



ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

FİZYOLOJİ UYGULAMALARI REHBERİ



FİZYOLOJİ UYGULAMALARI REHBERİ

Editör

Prof.Dr. Ayper BOĞA PEKMEZEKMEK

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

2026 - ADANA

ISBN: 978-975-487-236-1(14.09.2026)

Hazırlayanlar

HEMATOLOJİ ve HEMOSTATİK FONKSİYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof.Dr.Ayper BOĞA PEKMEZEKMEK

Prof.Dr.Sanlı Sadi KURDAK

Prof.Dr.Şeref ERDOĞAN

Prof.Dr. Kerem ÖZGÜNEN

Prof.Dr.Kübra AKILLIOĞLU

Prof.Dr.Ayper BOĞA PEKMEZEKMEK

Doç.Dr.Besim ÖZAYKAN

Doç.Dr.Çiğdem ÖZDEMİR POSTALLI

Dr.Öğr.Üyesi Özgür GÜNAŞTI

Uzm.Dr.Meltem DÖNMEZ KUTLU

Uzm.Dr.Özlem IŞIĞIBOL GEZGİN

Araş.Gör.Dr.M.Oğuzhan AKBULUT

Araş.Gör.Seda KÖSE KORKMAZ

Araş.Gör.Ertuğrul GEZGİN

Doktora Öğr.Shahriar NAZARI RADGIGLOU

Öğr.Gör.Dt.Ömer KOCAHAN

Doktora Öğr.Dr.Tugay TEPE

Master Öğr.Merve BİRER

KARDİYOVASKÜLER ve SOLUNUM SİSTEMİ

Prof.Dr.Sanlı Sadi KURDAK

Prof.Dr.Kerem ÖZGÜNEN

İnsanda Kalp Seslerinin Dinlenmesi

(Kardiyak Oskültasyon)

Prof.Dr.Ayper BOGA PEKMEZEKMEK

Uzm.Dr.Özlem IŞIĞIBOL GEZGİN

İnsanda Nabız Muayenesi

Dr.Öğr.Üyesi Özgür GÜNAŞTI

Uzm.Dr.Meltem DÖNMEZ KUTLU

Arteriyel Kan Basıncının Indirekt

Ölçümü

Dr.Öğr.Üyesi ÖzgürGÜNAŞTI

Arteriyel Kan Basıncının Direkt

Ölçümü

Doç.Dr. Besim ÖZAYKAN

Kardiyovasküler İşlev

Doç.Dr.Besim ÖZAYKAN

EKG

Prof.Dr.Ayper BOĞA PEKMEZEKMEK

Uzm.Dr.Özlem IŞIĞIBOL GEZGİN

İzole Kalp

Prof.Dr.Şeref ERDOĞAN

Prof.Dr.Ayper BOĞA PEKMEZEKMEK

Doç.Dr.Çiğdem Özdemir POSTALLI

Araş.Gör.Dr.M.Oğuzhan AKBULUT

Araş.Gör.Ertuğrul GEZGİN

Solunum Fonksiyon Testleri ve

Dr.Öğr.Üyesi Özgür GÜNAŞTI

Akciğer Sesleri

Araş.Gör.Dr.M. Oğuzhan AKBULUT

Dok.Öğr.Shahriar NAZARI RADGIGLOU

BOŞALTIM SİSTEMİ

Doç.Dr.Besim ÖZAYKAN

Renal Sistem Fizyolojisi

Doç.Dr.Besim ÖZAYKAN

Asit- Baz Dengesi

Doç.Dr.Besim ÖZAYKAN

SİNİR SİSTEMİ

Prof.Dr.Kübra AKILLIOĞLU

Kurbağa Siyatik Sinir

Doç.Dr. Besim ÖZAYKAN

–Gastrokinemius Deneyi

Refleksler

Uzm.Dr.Meltem DÖNMEZ KUTLU

Araş.Gör.Dr.M.Oğuzhan AKBULUT

Görme Alanı, Görme Keskinliği,

Prof.Dr.Ayper BOĞA PEKMEZEKMEK

Renk Körlüğü

Uzm.Dr.Özlem IŞIĞIBOL GEZGİN

İşitme Duyusu

Dr.Öğr.Üyesi Özgür GÜNAŞTI

Araş.Gör.Dr.M. Oğuzhan AKBULUT

Dok.Öğr.Shahriar NAZARIRADGIGIOU

Psiko Fizyolojik Yanıtlar

Uzm.Dr.Meltem DÖNMEZ KUTLU

Araş.Gör.Seda KÖSE KORKMAZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
HEMATOLOJİ ve HEMOSTATİK FONKSİYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	3
KAN ALMA YÖNTEMLERİ	3
SERUM ELDE EDİLMESİ	5
PLAZMA ELDE EDİLMESİ	5
ANTİKOAGÜLANLAR ve ETKİLERİ	6
ERİTROSİT ve LÖKOSİT SAYIMI	7
LÖKOSİT FORMÜLÜ	12
HEMOGLOBİN TAYİNİ	16
HEMATOKRİT TAYİNİ	18
ERİTROSİT PARAMETRELERİNİN HESAPLANMASI	20
ERİTROSİT SEDİMENTASYON HIZI	20
OSMOTİK FRAJİLİTE	22
KAN GRUPLARI	25
HEMOSTATİK FONKSİYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ	27
PIHTILAŞMA ZAMANI	28
PROTROMBİN ZAMANI (PT)	30
KANAMA ZAMANI	32
KARDİYOVASKÜLER SİSTEM	35
İNSANDA KALP SESLERİNİN DİNLENMESİ	35
İNSANDA NABİZ MUAYENESİ	38
ARTERYEL KAN BASINCININ İNDİREKT ÖLÇÜMÜ	41
ARTERYEL KAN BASINCININ DİREKT ÖLÇÜMÜ VE DOLAŞIMIN SİNİRSEL KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ	44
İNSANDA ELEKTROKARDİYOĞRAFİ (EKG)	50
KURBAĞA KALBİNİN ELEKTRİKSEL VE MEKANİK AKTİVİTESİ	65
SOLUNUM SİSTEMİ.....	70
SPİROMETRİ	70
SOLUNUM SİSTEMİNİN FİZİKSEL İNCELENMESİ	76
RENAL FİZYOLOJİ VE ASİT-BAZ DENGESİ	80

RENAL FİZYOLOJİ	80
ASİT-BAZ DENGESİ ve BOZUKLUKLARI	85
NÖROMÜSKÜLER FİZYOLOJİ.....	92
KURBAĞA SİYATİK SİNİR–GASTROKNEMİYUS PREPARATI	92
KAS HAREKETLERİNİN REFLEKS KONTROLÜ.....	100
REFLEKSLERİN İNCELENMESİ	100
ÖZEL DUYULAR.....	110
PERİMETRİ VE GÖRME ALANI	110
GÖRME KESKİNLİĞİNİN SAPTANMASI	113
RENK KÖRLÜĞÜNÜN İNCELENMESİ	115
İŞİTME DUYUSU	116
PSİKOFİZYOLOJİK YANITLAR.....	123
ÖĞRENME ve BELLEK	123
KAYNAKLAR.....	126
İNDEKS.....	129

Teşekkür

Bu kitabın hazırlanabilmesi için değerli katkılarını esirgemeyen başta Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof.Dr.Şeref ERDOĞAN, Sayın Prof.Dr.Sanlı Sadi KURDAK, Sayın Prof.Dr. Kerem ÖZGÜNEN, Sayın Prof.Dr.Kübra AKILLIOĞLU ve Sayın Doç.Dr.Besim ÖZAYKAN, Sayın Doç.Dr. Çiğdem ÖZDEMİR POSTALLI, Sayın Dr.Öğr.Üyesi Özgür GÜNAŞTI'ya; tüm pratikleri büyük çabalarla ve defalarca üzerinden geçen çok değerli çalışma arkadaşlarımız Uzm. Dr. Meltem DÖNMEZ KUTLU, Uzm. Dr. Özlem IŞIĞIBOL GEZGİN, Araş.Gör.Dr.M.Oğuzhan AKBULUT, Araş.Gör.Seda KÖSE KORKMAZ, Araş.Gör.Ertuğrul GEZGİN, Doktora Öğr. Shahriar NAZARI RADGIGLOU, Öğr.Gör.Dt. Ömer KOCAHAN, Dokt.Öğr.Dr.Tugay TEPE ve Master Öğr. Merve BİRER'e, yazım sırasındaki sabırlı çabalarından ötürü Anabilim Dalı Sekreterimiz sevgili Aysun İYİLER'e teşekkür ederim.

Prof.Dr.Ayper BOĞA PEKMEZEKMEK

ÖNSÖZ

Bazı konular öğrencilerin uygulamayı bizzat yapması, ya da bir demonstrasyonu gözlemesi sonucunda daha iyi kavranabilir, bu nedenle fizyolojideki laboratuvar çalışmaları öğretimin önemli bir parçasıdır.

Bu kitapta yer alan uygulamalı fizyoloji bilgilerinden sadece Tıp Fakültesi öğrencilerinin değil, aynı zamanda fizyoloji alanında lisans üstü veya uzmanlık eğitimi görenlerin de yararlanabilmeleri amaçlanmıştır; hem bu nedenle, hem de yapılan pratikle ilgili sonuçların daha iyi yorumlanabilmesi, bazı deneylerin hangi patolojik koşullarda uygulanması gerektiğinin daha iyi anlaşılabilmesi ve bazılarının da klinik önemlerinin vurgulanabilmesi için; özellikle bazı pratik konular teorik bilgilerle de desteklenmiştir. Kitapta, teknik açıdan yapılabilmesi mümkün olan ve fizyolojik fenomenlerin açıklanabilmesinde kolaylık sağlayacak uygulamalara yer verilmiş olup; deneylerle ilgili araç-gereçler, hazırlanacak solüsyonlar ve deney hayvanı diseksiyonlarına ilgili pratik konusu içinde değinilmiştir.

Uygulamalı fizyoloji öğretiminin amaçları şunlardır:

- 1.Öğrencinin fizyolojik fenomenler hakkında direkt deneyim kazanması,*
- 2.Öğrenciye bu fizyolojik fenomenleri açıklayabilme ve/veya yorumlayabilme olanağının verilmesi,*
- 3. Deneyler sırasında tam ve doğru gözlem yapabilme alışkanlığının kazandırılması.*

Pratikler sırasında öğrendiklerinizin yeterliliği genel davranış, ilgi ve temel bilgilerinize bağlıdır. laboratuvar çalışmalarından maksimum yararlanım sağlayabilmeniz için bizim önerilerimiz şunlar olacaktır:

1.laboratuvara gelmeden önce o gün uygulanacak deneyi ve bu deneyle ilgili konuyu dikkatlice okuyunuz.

2.Pratik grubunda deneyle ilgili iş bölümü yapınız.

3.Deney sırasında:

a)Deneye başlamadan önce neyin, nasıl yapılacağını ve grup bireylerinin katılımını belirleyiniz.

b)Bir uyarı verilmeden önce, ölçeceğiniz ilgili parametreyi kaydediniz ve/veya gözleyiniz.

c)Kağıt üzerinde kayıt alıyorsanız, uyarıya başlandığında ve sonlandırıldığında kağıdı işaretleyiniz ve uygulanan işlemi kayıt yapılan kağıda yazınız.

Bir deneyden elde edilen sonuçlar kitaplardaki bilgilerle uyumlu olmadığında, bazı öğrencilerin deneye olan ilgisi azalabilir; deney sırasındaki en önemli nokta ilgili parametredeki değişiklikler ölçülürken, diğer değişkenlerin mümkün olduğunca sabit tutulmasıdır. Deneyin aşamalarını sırasıyla uygularsanız, dikkatli gözlem yaparsanız, doğru ve tam kayıt alırsanız ve en sonunda verilen uyarının alınan sonuçları nasıl etkilediğini açıklamaya çalışırsanız, uygulamadan istenen sonucu elde edebilirsiniz. Son olarak; belirli bir koşulda, meydana gelen olayın, meydana gelmesi **gereken** olduğunu unutmayınız. **Biyoloji yanılığa düşmez, ama uygulayıcı için yanılığa kaçınılmazdır.**

Yrd.Doç.Dr. Dr.Gülay LOĞOĞLU-1994

Yeni Basımın Önsözü

Daha önce büyük çabalarla yazılan Fizyoloji laboratuvar Kılavuzumuz, yıllar içinde gelişen anlayış farklılığı, değişen laboratuvar koşulları ve teknolojik gelişime bağlı olarak kullanılan yeni sistemler çerçevesinde gözden geçirilerek gerek lisans ve gerekse lisansüstü öğrencilerimize sunulmuştur.

Kılavuzda genelde laboratuvarlarda çekilen resimler kullanılmışsa da, bazı şemaların ve taslaklarının hazırlanmasında yapay zekadan yararlanılmıştır.

Uzun yıllar önce bu kılavuzun yazılmasını teşvik eden merhum hocamız Sayın Prof.Dr. Tuncay ÖZGÜNEN, emekli öğretim üyelerimiz Sayın Prof. Dr. Ayşe DOĞAN ve Sayın Dr.Öğr.Üyesi U.Seçil BİNOKAY'a ve kitabın önceki basımının editörlüğünü yapan Sayın Prof.Dr. Gülay LOĞOĞLU'na teşekkürü bir borç biliriz.

Prof.Dr. Şeref ERDOĞAN, Anabilim Dalı Başkanı

Prof.Dr. Ayper BOĞA PEKMEZEKMEK, Editör

HEMATOLOJİ ve HEMOSTATİK FONKSİYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ

KAN ALMA YÖNTEMLERİ

Amaç: Hastalıkların teşhisi, tedavi planlaması ve tedavinin başarıya ulaşp ulaşmadığının değerlendirilmesi için kan tetkiki gereklidir.

Hedef: Tedavi amacıyla hastadan alınacak kan örneklerini doğru ve güvenli şekilde almayı öğretmektir.

Gereç: Lanset, pamuk, enjektör, turnike, deney tüpleri, etil alkol (%70).

a) Kapiller kan alma

Kapiller kan erişkinlerde kulak memesinden veya *parmak ucundan*, bebeklerde ise topuktan elde edilir. %70'lik alkolle ilgili alan temizlenir. Kuruduktan sonra steril bir lansetle cilt 2 mm derinlikte (veya tek kullanımlık lansetle) delinir. Kanın ilk damlası steril gazlı bezle temizlenir; sonraki damlalar tüpte toplanır. Kan, parmak sıkılmadan alınmalıdır.



Şekil 1. Tek kullanımlık lansetle parmak ucundan kapiller kan alma.

Tercih nedenleri:

1. Kolay elde edilmesi.
2. Tam kan sayımı ve periferik yaymanın yapılabilmesi.

Uygun olmayan özellikleri:

1. Bu yöntemle az miktarda kan elde edilebilmesi; çok miktarda kan gerektiren durumlarda kan alma işleminin tekrarlanması.
2. Sıkça hemoliz oluşturması nedeniyle, tetkik sonucunun güvenilirliğinin azalması.
3. Enfeksiyona eğilimli olan hastalarda (lösemi, agranülositoz gibi) parmak enfeksiyonlarına neden olabilmesi.

b) Venöz kan alma

Plazma ve serum elde etmek için venöz kan gereklidir. Venöz kan dirsek ön venlerinden; genellikle de antekubital venden elde edilir.

Bu bölgeden kan alınamazsa, erişkinlerde *el bileği ya da sırtı* veya özel koşullarda (örn. şok) *femoral ven*; çocuklarda ise *eksternal juguler ven veya femoral ven* kullanılır.

1. Kolun üst kısmına venöz dönüşü engellemek için turnike bağlanır; bu durumlarda ven dolgunlaşır.
2. Kişiye o elini birkaç kez yumruk yapıp açması söylenir
3. %70'lik etil alkolle venin üstündeki cilt temizlendikten sonra, steril gazlı bezle kurutulur veya alkolün uçması beklenir
4. İğnenin keskin yüzü yukarı gelecek şekilde cilt altına, sonra da vene girilir. Piston hafifçe çekildiğinde kan geliyorsa turnike gevşetilir ve kan enjektöre çekilmeye devam edilir.
5. İşlem tamamlandıktan sonra kanamayı durdurmak ve hematoma oluşmasını engellemek için, iğne ile girilen yer üzerine pamukla basınç uygulanarak iğne çıkartılır.
6. Kişiye bir süre daha bu alana pamukla basınç uygulaması söylenir.
7. İğne şırıngadan çıkarılır;
8. Kan, antikoagülan içeren veya içermeyen bir deney tüpüne, enjektörün ucu tüpün iç duvarına değdirilerek yavaşça boşaltılır.
9. Tüpe antikoagülan eklenmişse, tüpün ağzı kapatılarak birkaç kez yavaşça aşağı-yukarı doğru çevrilir; böylece kanla antikoagülanın iyice karışması sağlanır.



Şekil 2. Venöz kan alma.

SERUM ELDE EDİLMESİ



Şekil 3. Serum eldesi.

Birçok biyokimyasal analiz için serum gereklidir.

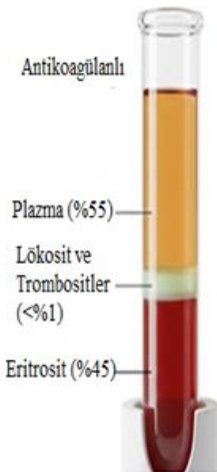
Temiz bir deney tüpüne aktarılan venöz kan, pıhtılaşmaya kadar oda sıcaklığında bekletilir.

Pıhtılaşan kan santrifüj edilerek, serumun pıhtıdan iyice ayrılması sağlanır; daha sonra serum temiz bir tüpe aktarılır.

Pıhtılaşma sürecini kısaltmak için, kan alındıktan sonra 37°C 'lik su banyosunda bekletilebilir.

Serumun pıhtıdan ayrılması işlemi gecikmeden yapılmalıdır; gecikme, serumla pıhtı arasında madde alışverişine neden olarak serumla yapılacak analizlerin sonucunu değiştirebilir.

PLAZMA ELDE EDİLMESİ



Şekil 4. Plazma eldesi.

Plazma eldesi için venöz kanın antikoagülan adı verilen pıhtılaşmayı engelleyen maddelerle karıştırılması gerekir. Antikoagülan eklenerek pıhtılaşması önlenen kan santrifüj edildiğinde, üstteki berrak sarı sıvı *plazma*; alttaki kısım ise *eritrosit kümesidir*.

Antikoagülanlı kan bir süre bekletilirse, plazma ile kan hücrelerinin yer çekimi nedeniyle ayrıştığı görülür. Kanın santrifüj edilmesinin nedeni ayrışmayı hızlandırmaktır. Plazma ile eritrosit kümesi arasında kalan ve *bufy-coat* adı verilen beyaz tabaka ise lökosit ve trombositlerin yer aldığı bölümdür.



Şekil 5. Santrifüj aleti.

Serum ve plazmanın içerikleri arasındaki fark; serumda fibrinojen ile diğer pıhtılaşma faktörlerinin bulunmaması ve pıhtılaşma sırasındaki trombosit aktivasyonu nedeniyle serum serotonin içeriğinin daha fazla olmasıdır.

ANTİKOAGÜLANLAR ve ETKİLERİ

Fizyoloji pratiklerinde en çok kullanılan antikoagülanlar *sitrat, oksalat ve heparindir*. Sitrat ve oksalat kanın pıhtılaşması için gerekli olan iyonize kalsiyumu bağlayarak pıhtılaşmaya engel olur. Heparin ise konjuge bir polisakkarit olup trombin inhibitörü olan *Antitrombin III*'ün antikoagülan etkisini güçlendirir. Heparinin etkisi ile faktör IX, X, XI ve XII'nin aktif formları inhibe olur. Antikoagülanların kimyasal özellikleri farklı olduğunda, yapılacak analizlerde uygun antikoagülanın seçimi son derece önemlidir.

Pratiklerde kullanılan Antikoagülanlar

1. %3,8'lik sodyum sitrat solüsyonu

Sodyum sitrat 3,8 g

Saf su 100,0 ml

Her 0,8 ml kan için, 0,2 ml % 3,8'lik sodyum sitrat solüsyonu kullanılmalıdır.

2. Heparin

Heparin çok güçlü bir antikoagülan olduğundan, kan almak için kullanılacak enjektörü heparinle yıkamak yeterlidir. Enjektöre bir miktar heparin çekildikten sonra enjektörün pistonu ileri - geri hareket ettirilerek enjektör iç yüzeyine heparinin bulaşması sağlanır; heparinin fazlası tekrar şişeye aktarılır. *Kan heparinli enjektöre alındıktan sonra*, enjektör aşağı-yukarı doğru eğilerek kanla heparinin karışması sağlanır.

Yukarıda belirtilen antikoagülanların kullanımının yanı sıra, kanın hazır *EDTA*'lı (Etilen Diamin Tetra Asetik Asit) tüplere alınıp santrifüj edilmesi ile de plazma elde edilebilir. *EDTA*, kalsiyumu bağlayan bir diğer şelasyon yapıcı ajandır

ERİTROSİT ve LÖKOSİT SAYIMI

1. Otomatik yöntemle eritrosit ve lökosit sayımı

Eritrosit ve lökosit sayımında elektronik aygıtlardan da (*Coulter counter*, *Coulter sayacı*) yararlanılmaktadır. Sayımların çok kısa sürede gerçekleştirilmesi ve bazı diğer kan parametrelerinin de aynı zamanda saptanabilmesi nedeniyle, bu aygıtlar tercih edilmektedir. Ancak bu tür cihazların çok pahalı olmaları ve özel bakım gerektirmeleri, kullanımlarını sınırlamaktadır.

2. Manuel (el ile) sayım yöntemi (hemositometrik yöntem)

Fizyoloji laboratuvarında bu yöntem uygulanacaktır. Manuel sayım aşağıdaki nedenlerden dolayı önemlidir:

- a) Lökosit sayısının arttığı lösemili hastalarda tercih edilir.
- b) Manuel sayım, diğer birçok sıvıdaki (örneğin serebrospinal sıvı, plevral sıvı, sinovyal sıvı) incelemeler için de gereklidir.

Araç ve Gereç:

1. Eritrosit pipeti:



Şekil 6. Eritrosit pipeti.

Kan, sayım kamarasına konmadan önce eritrosit pipetinde sulandırılır. Eritrosit pipeti ucunda 0,1'den 1'e kadar derecelendirilmiş bir kapiller boru, bu borunun açıldığı içinde kırmızı bir boncuk bulunan geniş bir baloncuk ile buna açılan 101 çizgisi içeren kapiller borudan oluşur. Bu baloncuk eritrosit pipetinde, lökosit pipetine göre daha büyüktür; bunun nedeni, eritrosit sayımı için kanın en az 100 defa, lökosit sayımı için ise en az 10 defa sulandırılmasıdır. Eritrosit pipetinde bulunan cam boncuk, kan ile sulandırma çözeltisinin karışmasını kolaylaştırır. Kan 0,5 çizgisine kadar çekilirse ve pipet eritrosit sulandırma solüsyonu ile 101 çizgisine kadar doldurulursa, sulandırma oranı yaklaşık 0,5:100 yani 1:200'dür. Bu, rutin sayımda kullanılan sulandırma oranıdır. Kan 1 çizgisine kadar çekilirse ve pipet solüsyon ile 101 çizgisine kadar doldurulursa, sulandırma oranı 1:100'dür.

2. Eritrosit sulandırma solüsyonu: % 0,85'lik Sodyum Klorür solüsyonu

3. Lökosit pipeti



Ucunda 0,1'den 1'e kadar derecelendirilmiş bir kapiller boru bulunur, bu borunun açıldığı ve içinde beyaz bir boncuk bulunan bir baloncuk ve buna açılan 11 çizgisi içeren kapiller borudan oluşur. Kan 0,5 çizgisine kadar çekilirse ve pipet lökosit sulandırma solüsyonu ile 11 çizgisine kadar doldurulursa, sulandırma oranı 1:10'dur.

Şekil 7. Lökosit pipeti.

4. Lökosit sulandırma solüsyonu: *Türk solüsyonu* kullanılmaktadır. Bu çözeltinin zayıf asit özelliği eritrositlerin hemolizine neden olarak, lökositlerin sayımını kolaylaştırır.

Türk solüsyonu:

Glasial asetik asit 1 ml

Kristal viole 10 mg veya %'lik solüsyonu 1 ml

Saf su 100 ml

5. Sayım kamarası: Thoma tip (Neubauer) sayım kamarası kullanılacaktır. Thoma lamının ortasında (+) işareti bulunur; dikey ve yatay çizginin kesiştiği bölgeye mikroskopla bakıldığında 400 küçük karenin bulunduğu görülür. 400 küçük karenin toplam alanı 1 mm² dir. Her bir küçük karenin alanı ise 1/20 mm x 1/20 mm= 1/400 mm² 'dir. 400 küçük kare, 16'sı bir alan oluşturmak üzere, 3'er çizgiyle çevrili 16 büyük kareye ayrılmıştır. Bir mm² 'lik alanın üst ve sağ kenarlarında üçlü sınır çizgileri bulunmaz. Lamın iki kenarında bulunan tümsek kısımlar hafifçe nemlendirilip (Thoma lamıyla lamelin birbirine yapışmasını sağlamak amacıyla) üzerine lamel kapatılırsa, lam ile lamel arasında oluşan yükseklik 1/10 mm' dir.



Şekil 8. Thoma lamı

6. Lanset, alkol, pamuk, lamel

7. Mikroskop

a) Eritrosit Sayımı

1. Sayım yapılacak kişinin bir elinin orta parmağı sol elle tutulur ve uç kısmı alkollü pamukla temizlenerek kuruması beklenir.

2. Temizlenmiş parmak ucu lansetle delinir.

3. İlk kan damlası temiz kuru bir pamukla silinir; yeni bir kan damlasının çıkması beklenir.

4. Eritrosit pipetinin ucu kan damlasına dokundurulur ve kan pipeti 0,5 veya 1 işaretli kısma kadar çekilir.

5. Pipet parmaktan uzaklaştırılır. Kuru bir pamuk parçası ile pipetin ucuna bulaşan kan temizlenir; pipete fazla kan çekilmişse geri bırakılır.

6. Pipete 101 çizgisine kadar sulandırma solüsyonu çekilir.

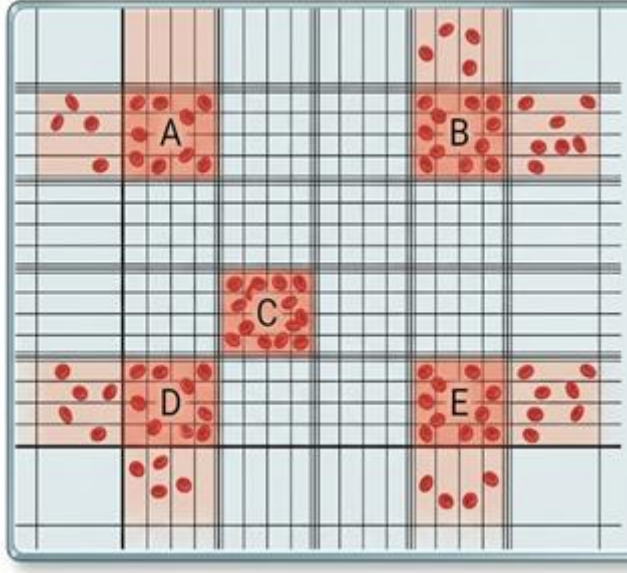
7. Pipetin iki ucu sağ el ile orta parmağı arasında sıkıştırılarak her iki ucundan da sıvı kaçması önlenir ve pipet elde sallanarak, haznedeki kanın sıvı ile karışması sağlanır. Böylece, pipet haznesindeki kan seyreltilmiş olur. Bir damla daha kan çıkması beklenerek, lökosit pipeti de aynı şekilde doldurulur. Ancak lökosit pipetindeki sulandırma 100 ya da 200 kat değil; 10 ya da 20 kat olur (kan 0,5 ya da 1 çizgisine, lökosit sulandırma solüsyonu ise 11 çizgisine dek çekilir)

8. Pipetin lastik ucundan üflenerek bir damla karışımın akması sağlanır. Böylece pipetin kapiller kısmındaki saf sulandırma solüsyonu atılmış ve yerine gerçek karışım getirilmiş olur. Pipetler bu halde ve yatık olarak masanın üzerine bırakılır.

9. Thoma sayım kamerası ışığa tutularak ortasındaki çizgilerle belirlenmiş milimetrik alan görülmeye çalışılır. Bu kısım objektifin altına gelecek şekilde, lam mikroskoba yerleştirilir ve en küçük büyütme ile çizgilerden oluşan kareler net olarak görülür.

10. Sulandırma pipeti hafifçe üflenerek, pipet ucunda bir damlanın asılı hale gelmesi sağlanır. Bu damla sayım kamerası dikdörtgenin üzerindeki lamelin kenarına temas ettirilir.

11. Bundan sonra sayma işlemlerine geçilir (sayıma başlamadan önce, sıvı akımı nedeniyle oluşacak eritrosit hareketleri duruncaya kadar (1-2 dk. beklenmelidir.) Aşağıda görülen A,B,C,D ve E alanlarındaki eritrositler büyük büyütme altında sayılır (beş ayrı onaltılı kare sayılmalıdır). Şekildeki her bir 16 küçük kareli alanın 2 kenarı üzerine düşen eritrositler sayılırken; diğer 2 kenar üzerindeki sayılmaz (her bir karenin üst ve sol veya alt ve sağ sınır çizgilerindekiler sayılır).



Şekil 9. Thoma sayım kamerasında A,B,C,D ve E alanlarındaki eritrositlerin sayımı.

Hesaplama: 80 (16x5) küçük karedeki eritrosit sayısı a ise, 1 mm² 'teki eritrosit sayısı eğer sulandırma 100 kat ise a değeri 5000 ile sulandırma 200 kat ise a değeri 10000 ile çarpılarak bulunur. Bunun nedeni:

Her bir küçük karenin alanı, $1/20 \text{ mm} \times 1/20 \text{ mm} = 1/400 \text{ mm}^2$ 'dir.

Her bir küçük karenin hacmi ise $1/400 \times 1/40 = 1/4000 \text{ mm}^3$ 'tür.

80 küçük karenin toplam hacmi, $1/4000 \times 80 \text{ mm}^3$ 'tür.

80 küçük karede a kadar eritrosit sayıldığından, 1 mm³ 'teki eritrosit sayısı basit orantı ile hesaplanabilir:

$$\frac{1\text{mm}^3}{(1/4000 \times 80) \text{ mm}^2} \times a = 50a \text{ (1 mm}^3 \text{’teki eritrosit sayısı)}$$

Sulandırma 1:100 ise 1 mm³’te : $a \times 50 \times 100 = a \times 5.000$ eritrosit vardır.

Sulandırma 1:200 ise 1 mm³ ‘te : $a \times 50 \times 200 = a \times 10.000$ eritrosit vardır.

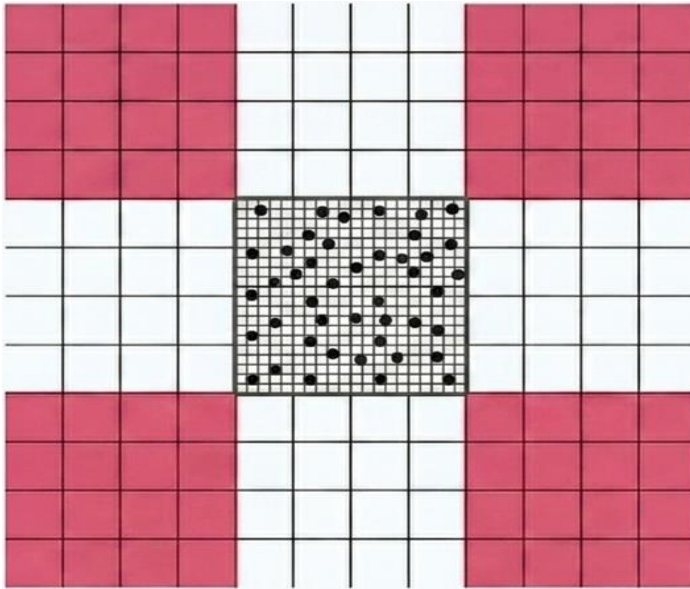
Normal Eritrosit Değerleri

Erişkin kadında: $4,8(4,2-5,4) \times 10^6 / \text{mm}^3$

Erişkin Erkek: $5,4(4,6-6,2) \times 10^6 / \text{mm}^3$

b) Lökosit sayımı

Lökositlerin sayımı için kullanılan yöntem, ilke olarak eritrositlerin sayımında kullanılabileceği benzer. Thoma lamında tüm karelerdeki nokta gibi görünüşler sayılır; bunlar lökositlerin çekirdekleridir. Türk solüsyonunun etkisiyle lökositler sitolize uğramış ve sitoplazmaları dağıtılmıştır; çekirdekleri ise aynı solüsyonda bulunan kristal menekşe boyası ile hafifçe boyanarak görünür hale gelmişlerdir. 1 mm² alandaki (400 küçük karedeki) lökositler sayılır.



Şekil 10. Thoma sayım kamerasında lökositlerin sayıldığı ortadaki siyah noktalı alan (40x büyütme).

Hesaplama: 1 mm² deki tüm lökositler a kadar olsun. Alanın derinliği 1/10 mm ve yüzeyi 1 mm² olduğundan, hacmi 1/10 mm³’tür. 1/10 mm³’teki lökosit sayısı a ise;

1 mm³’teki lökosit sayısı $10a$ ’dır

Sulandırma 1:20 ise $a \times 10 \times 20 = a \times 200$;

Sulandırma 1:10 ise $a \times 10 \times 10 = a \times 100$ olarak lökosit sayısı hesaplanır.

Normal Lökosit Değerleri

Erişkinde ortalama: $9000/\text{mm}^3$

LÖKOSİT FORMÜLÜ

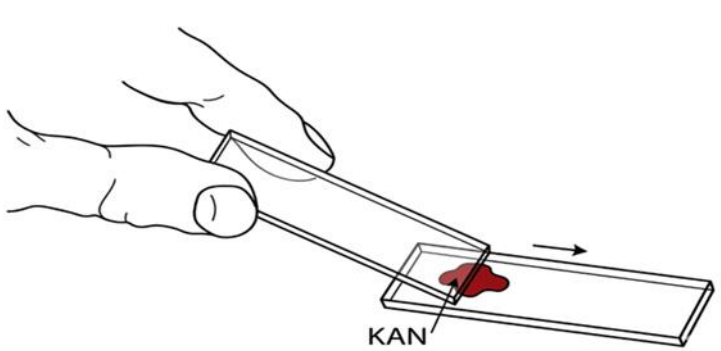
(Diferansiyel lökosit sayımı: Schilling sayımı)

Prensip: Lökosit formülü, çeşitli lökosit tüplerinin yüzde oranlarının saptanmasıdır.

Araç ve gereç: Lanset, alkol, pamuk, lam, saat camı, petri kutusu, cam bagetler, distile su, mikroskop, sedr yağı, Kanada Balsamı.

Boyalar: May-Grünwald ve Giemsa boyası

Yaymanın hazırlanması: İyi bir preparat hazırlanması her şeyden önce kullanılacak gereçlerin son derece temiz ve kuru olmasına bağlıdır. Lam bir elde, işaret ve baş parmakları arasında tutulur. Parmak ucundan alınan bir damla kan lamın sağ kısa kenarından yaklaşık 0,5-1 cm içeriye ve orta kısma damlatılır. Diğer elde tutulan ikinci bir lamın kısa kenarı bu damlaya ve lama değdirilir ve yaklaşık 45°C'lik bir açıda tutularak birincinin üzerinde sabit bir basınçla ve hızla kaydırılır. Kaydırma işlemi bir defada ve el titremeden yapılmalı; yayma lamın iki tarafından taşmamalıdır. Genellikle aynı hastadan iki ya da daha fazla yayma hazırlanır; böylece preparatlardan biri kırılır veya iyi boyanmazsa diğerleri kullanılabilir.



Şekil 11. Kanı lam üzerine yayma

May-Grünwald/Giemsa ile boyama : Bir petri kutusunun içine konan iki cam çubuk üzerine, yayma yapılan yüzeyi üste gelecek şekilde lam yerleştirilir. Preparatın üzerini örtecek şekilde May-Grünwald boyası eklenir. 2,5-3 dk. sonra boya 1:1 oranında distile su ile dilüe edilir ve bir dk. sonra bu boya dökülür. Daha sonra taze hazırlanmış Giemsa boyası saat camına dökülür ve

preparat, boyalı kısmı alta gelecek şekilde saat camına yerleştirilir. 20-25 dk. beklendikten sonra preparat distile su ile yıkanarak, kurumaya bırakılır.

Boyama işleminden sonra **lamin bir kenarına, küçük bir etiket ile hastanın adı ya da protokol numarası kaydedilmelidir.**



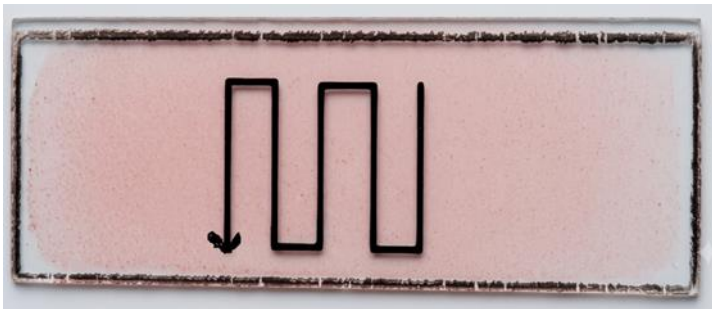
Şekil 12. Periferik yayma preparat kutusu.

Taze Giemsa boya hazırlanması: Her bir preparat için 10 ml distile suya 10 damla Giemsa damlatılır.

Lökosit formülü için preparatın incelenmesi

1. Boyanmış preparatın üzerine bir damla Kanada Balsamı konularak, lamel kapatılır. Mikroskopun küçük büyütmesi ile lökositlerin dağılımı incelenerek; eritrositlerin küme oluşturmada birbirlerine hafifçe değdiği ve lökositlerin yaklaşık olarak eşit dağıldığı ince yayılmış bir alan seçilir. Daha sonra lamelin üzerine bir damla sedir yağı konur ve bu alan immersiyon objektifi ile incelenir.

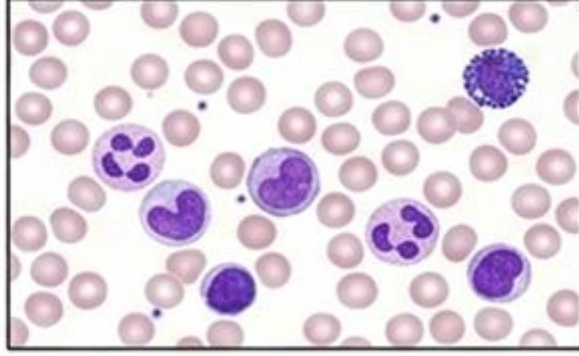
2. Lökositlerin klasifikasyon ve sayımına yaymanın en üst kenarından başlanarak; preparat zıt kenara doğru, uzun kenarlar arasında zig-zag şeklinde taranarak incelemeye devam edilir. Daha sonra diğer alana geçilir ve aynı işlem, en üst kenara doğru tarama yapılarak tekrarlanır.



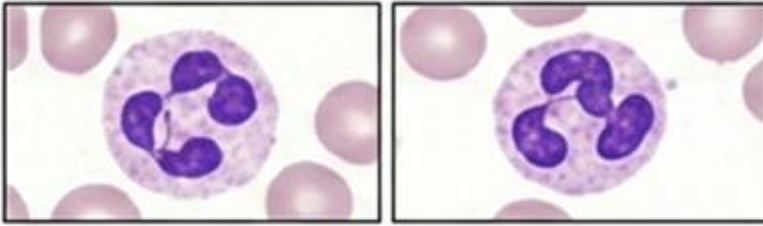
Şekil 13. Diferansiyel lökosit sayımında tarama prensibi.

3. Yüz ya da 200 hücre sayılana dek, bu şekilde incelemeye devam edilir.

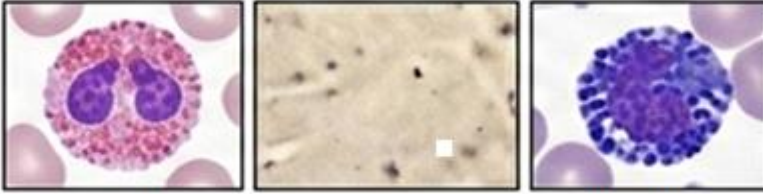
4. Sayılan lökosit çeşitlerinin yüzdesi saptanır. İki yüz hücre sayımı yapılmışsa elde edilen değer ikiye bölünmelidir. İnceleme sırasında eritrosit, lökosit ve trombositlere ait anormallikler de kaydedilmelidir.



Normal Periferik yayma



Nötrofiller

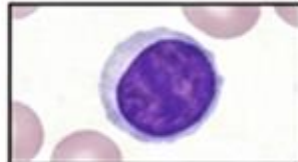


Eozinofil

Bazofil



Monosit



Lenfosit

Şekil 14. Periferik yaymada görülen lökositler

Erişkin Normal Değerleri

Lökosit 4.000-9.000 / μ l

% değerler

Nötrofil 55-70

Rod (band, çomak) 3-5

Segment (parçalı) 50-70

Eozinofil 2-4

Bazofil 0-1

Monosit 2-6

Lenfosit 25-40

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tarih:/...../.....

Öğrencinin:

Adı-Soyadı:

Numarası:

LÖKOSİT FORMÜLÜ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Toplam%
Nötrofil											
Çomak	XX										4
Parçalı	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX						50
Eozinofil	X/										3
Bazofil	/										1
Monosit	XX/										5
Lenfosit	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX/							37
Juvenil											

Sonuç ve yorum:.....

Şekil 15. Lökosit formülü değerlendirme formu

HEMOGLOBİN TAYİNİ

Hemoglobin, 100 ml kanda bulunan hemoglobin miktarıdır. Ve gram/dl olarak ifade edilir. Günümüzde klinik olarak en güvenilir sonuçları veren siyanmethemoglobin (fotometrik) yöntemidir.

a) Siyanmethemoglobin yöntemi (Fotometrik Yöntem)

Prensip: Sulandırma solüsyonundaki potasyum ferrisiyanid, hemoglobindeki ferröz demiri (Fe^{2+}) ferrik demire (Fe^{3+}) dönüştürerek, methemoglobin meydana getirir. Syanid ise methemoglobinle reksiyona girerek, siyanmethemoglobin oluşturur. Hemoglobin miktarına göre, bileşiğin maksimum absorbansı spektrofotometrede 540 nanometrede ölçülür. *Bu yöntemde hata oranı %1-2'dir.*

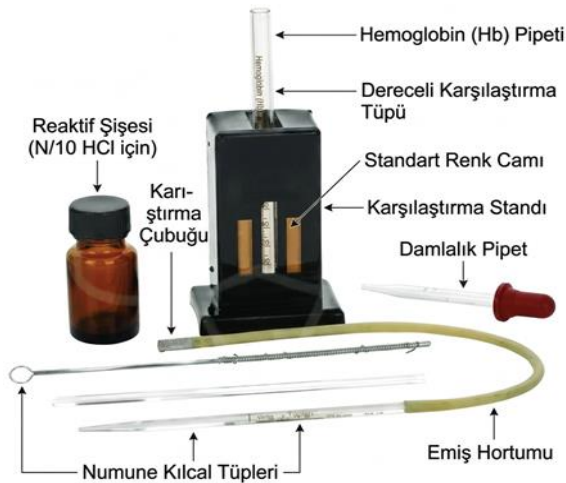
b) Sahli Yöntemi (Kolorimetrik Yöntem)

Prensip: Kanın asitle muamelesi sonucunda okside ‘‘hem’’ moleküllerinin (hemin: ferriprotoporfirin) stabil rengi olan (kahverengi) ‘‘hemin klorür’’e dönüşmesidir. Bu yöntemde kan, 0,1 N HCl ile dilüe edilir. *Sahli yönteminde hata oranı % 10'a ulaşır.*

Araç ve Gereç:

1. Sahli hemoglobinometresi
2. 0,02ml'lik Sahli pipeti
3. Alkol, pamuk, lanset

Çözelti: 0,1 N HCl



Şekil 16. Sahli hemometresi

Deneyin Yapılışı

1. Dereceli tüpteki % değerlerin 10 çizgisine kadar 0,1 N HCl konur.
2. Daha önce anlatılan parmaktan kan alma tekniği ile sahli pipetinin 20 mm³lük çizgisine kadar (0,02 ml) kan çekilir.



Şekil 17. Sahli hemoglobinometresi ile hemoglobin tayini (sıralı).

3. Bu kan dereceli tüpteki HCl çözeltisi içine üflenir ve bu sıvıyla pipet birkaç kez yıkanır.
4. Pipet, Sahli hemoglobinometresine yerleştirilir.
5. Pipetteki karışımın rengi hemoglobinometrenin her iki yanındaki standart kahverengi kolonlarla aynı oluncaya kadar, distile suyla (damlalıklarla damla damla konarak karıştırılmalıdır.) dilüe edilir. Aynı renk elde edildiğinde, hemoglobin değeri skaladan % veya gram olarak okunur.
6. Kan asite eklendikten tam 3 dk. sonra sonuç okunmalıdır.

Standart çubuğun renginin % 16 g hemoglobin içeren kandan oluşan hemin klorürün rengine uyduğu ve bu değer %100'ü gösterdiği kabul edilirse, gram cinsinden Hb değeri (16 x okunan % Hb değeri)100 olmalıdır.

% 100: 16,0 g/dl

% 94: 15,5 g/dl

% 88: 14,0 g/dl

% 81: 13,0 g/dl

% 75: 12,0 g/dl

% 69: 11,0 g/dl

% 63: 10,0 g/dl

% 56: 9,0 g/dl

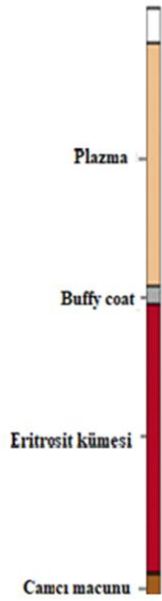
% 50: 8,0 g/dl

Sonucun doğrudan işlemi yapan kişinin görsel değerlendirmesine bağlı olması nedeniyle Sahli yöntemi subjektif bir ölçümdür ve fotometrik yöntemlere kıyasla hata payı (%10) belirgin düzeyde daha yüksek olmasına rağmen pratiklerimizde daha demonstratif olduğundan kolorimetrik yöntem kullanılmaktadır.

HEMATOKRİT TAYİNİ

Hematokrit, eritrositlerin tam kandaki volüm yüzdesidir.

a) Makrohematokrit



Dereceli hematokrit tüpünün 100 çizgisine kadar, antikoagülan eklenmiş kan (damardan alınır) konur. Tüp 3000 devir/dk.'da 10 dk. süreyle santrifüj edildikten sonra; hematokrit değeri direkt olarak tüpün skalasından okunur. Kan santrifüj edildiğinde tabakalara ayrılır. Hematokrit tüpünün dibinde konsantre eritrosit tabakası; üst kısmında ise plazma bulunur. Plazma ile eritrositler arasında ince, sarımsı-beyaz renkte bir tabaka vardır. "Buffy coat" olarak adlandırılan bu tabaka lökosit ve trombositler oluşur. Trombositler eritrosit kitlesine yakındır; lökositler ise plazma tarafında bulunur. Retikülositler eritrosit kolonunun en üst kısmında yer alır. Lökositozlu olgularda belirginleşen "Buffy coat" değerlendirmeye alınmamalıdır.

Şekil 18. Hematokrit tüpü

b) Mikrohematokrit

- Araç-gereç:**
1. Heparinli kapiller tüpler
 2. Standart hematokrit santrifüjü
 3. Direkt okuma için mikrohematokrit ölçeri
 4. Lanset, alkol, pamuk

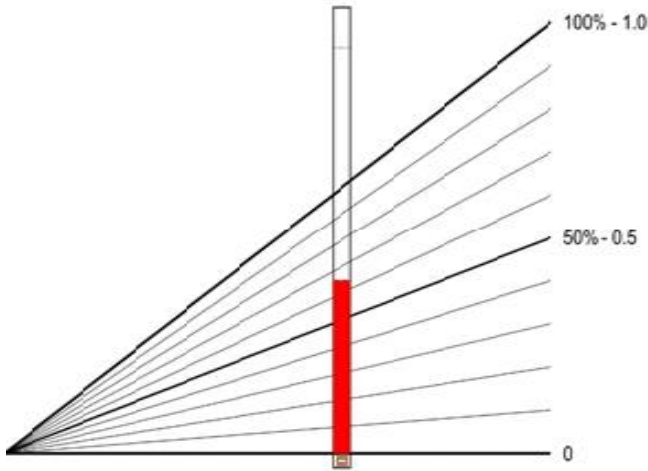
Deneyin yapılışı

1. Kapiller kan, *heparinli kapiller tüpün* yaklaşık 3/4 'üne kadar doldurulur.
2. Tüpün bir ucu özel bir çamurla veya cam macunuyla tıkanır.
3. Tüp, santrifüjde bulunan özel yerlere kapalı ucu dışa gelecek şekilde yerleştirilir.
4. Karşı tarafa aynı büyüklükte başka bir tüp denge için konur.
5. Beş dk. süreyle dk.da 10.000-12.000 devir olmak üzere santrifüj edilir.



Şekil 19. Heparinli kapiller tüpe kan çekimi

Okuma işlemi: Kapiller tüp, kapalı ucu alta gelecek şekilde hematokrit cetvelindeki yuvasına yerleştirilir. Plazmanın üst sınırı 100 göstergesine ayarlanır; daha sonra hareketli kol çöken hücre volümünün üst sınırına getirilerek karşısındaki değer okunur. Bu değer, hematokriti gösterir.



Şekil 20. Mikrohematokrit okuma skalasının şematik görünümü

Normal hematokrit değerleri

Erişkin kadın: % 42 $\pm$ 5 volüm

Erişkin erkek: % 47 $\pm$ 7 volüm

ERİTROSİT PARAMETRELERİNİN HESAPLANMASI

Anemilerin ayırıcı tanısı için *eritrosit sayısı*, *hemoglobin düzeyi* ve *hematokrit* değerlerinden başka bu değerlerin kullanılmasıyla *eritrosit indeksleri* denilen parametrelerde hesaplanır. Bu parametreler şunlardır:

- Ortalama eritrosit volümü (MCV)
- Ortalama eritrosit hemoglobini (MCH)
- Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC)

Tablo1. Eritrosit indekslerinin hesaplanması

Eritrosit İndekslerinin hesaplanması	Normal Değerleri
MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi, fl) = $Hct \times 10 / \text{Eritrosit sayısı (milyon/mm}^3\text{)}$	80-100 μm^3
MCH (Ortalama Eritrosit Hemoglobini, pg) = $Hb \text{ (g/100ml)} \times 10 / \text{Eritrosit sayısı (milyon/mm}^3\text{)}$	27-31 pg
MCHC (Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu) = $Hb \text{ (g/100ml)} \times 100 / Hct \text{ (\% volüm)}$	%32-36

ERİTROSİT SEDİMENTASYON HIZI

Prensip: Antikoagülan eklenmiş kandaki eritrositler deney tüpünün dibine belirli bir hızda çökerler. Bu hızı belirleyen başlıca faktörler plazma proteinleri ile eritrositlerin sayı, şekil ve yüzey özellikleridir. Eritrosit sedimentasyon hızı, antikoagülanlı kandaki eritrositlerin çökme hızıdır; bu hızın tayininde tercih edilen yöntem, *Westergren* yöntemidir.

Araç ve gereç: *Westergren sedimentasyon aygıtı*, sedimentasyon pipetleri, deney tüpü (1x5 cm), 2 ml'lik enjektör, % 3,8'lik sodyum sitrat eriyiği, pamuk, alkol.

Sedimentasyon pipeti 2,5 mm çapında olup, 0'dan 200 mm'ye kadar derecelendirilmiştir. Derecelendirilmiş kısmın hacmi yaklaşık 1 ml, iki çizginin arası ise 1 mm'dir.



Şekil 21. Eritrosit sedimentasyon pipeti (0 – 200 mm).

Deneyin yapılışı

1. Enjektöre 0,4 ml sodyum sitrat çözeltisi, daha sonra da 2 ml çizgisine dek 1,6 ml venöz kan çekilir. Piston geri çekilerek şırıngaya hava alınır ve içeriklerin iyice karışmasını sağlamak için

enjektör aşağı ve yukarı doğru birkaç kez eğilir. Enjektör içeriği dikkatlice ve köpürmeyecek şekilde deney tüpüne boşaltılır (**Bu deneyde genelde kan merkezimizden alınan antikoagülanlı kan kullanılır**).

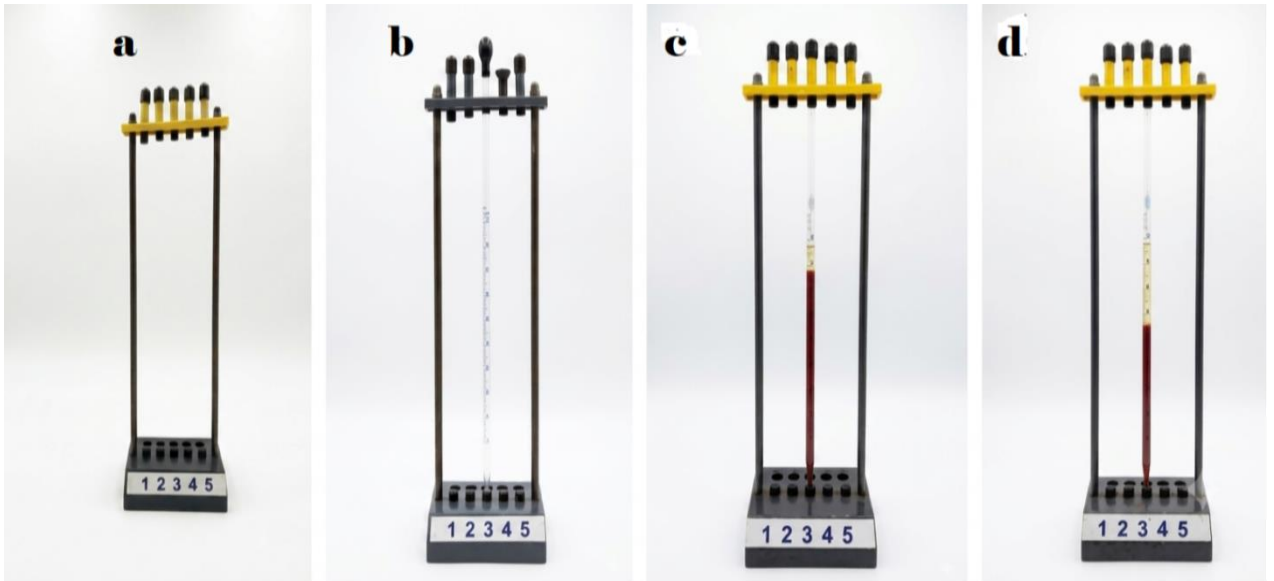
2. Bir sedimentasyon pipeti tüpe daldırılarak kan birkaç kez “0” çizgisine dek çekilip, boşaltılır (köpürmeden).

4. Kan son kez sedimentasyon pipetine çekildikten sonra (0 çizgisine dek), sağ elin işaret parmağı ile pipetin üst ucu hızla kapatılır.

5. Daha sonra pipetin alt ucu sedimentasyon sehпасının tabanındaki lastik desteğe dik olarak yerleştirilir.

6. Diğer yandan sol elle sedimentasyon sehпасının üstündeki yaylı kapak açılarak, pipetin üst ucu yerleştirilir ve zaman kaydedilir.

7. Okuma ilk saat sonunda yapılır. Çöken eritrosit kitlesinin üstündeki plazma sütununun uzunluğu mm olarak saptanır.



Şekil 22. a) Eritrosit sedimentasyon sehпасı, b) Sedimentasyon pipeti, c) ve d) 1 saat sonunda olusan plazmanın mm cinsinden okunması (Her iki küçük çizgi arası 1mm olarak değerlendirilir).

Normal değerler

Erişkin kadın: 4-11 mm/saat6-20 mm/2 saat

Erişkin Erkek: 3-7 mm/saat 5-18 mm/2 saat

Eritrosit sedimentasyon hızının arttığı durumlar:

a) Fizyolojik: 1. Gebelik (3.aydan sonra), 2. Menstrasyon.

b) Patolojik: 1. Akut ve kronik enfeksiyonlar, 2. Malign tümörler, 3. Ameliyatlardan sonra
4. Anemi ve lösemi

Eritrosit sedimentasyon hızının azaldığı durumlar:

1. Polisitemi, 2. Hipofibrinojenemi, 3. Bazı parankimal karaciğer hastalıkları.

OSMOTİK FRAJİLİTE

(Dacie Yöntemi)

Prensip: Dacie yöntemi osmotik fragilitenin saptanmasında en uygun teknik olup, Dacie ve Levis tarafından tanımlanmıştır. **Bu yöntemde kan, fosfatlarla pH'ı 7,40'a ayarlanmış hipotonik NaCl solüsyonlarıyla sulandırılır.** Her biri farklı konsantrasyonlarda NaCl solüsyonu içeren bir seri tüp hazırlanır. Kan bu solüsyonlarla sulandırıldıktan sonra oda ısısında bekletilir ve hemolize olan hücreler (ghost: hayalet hücre) santrifüj edilerek uzaklaştırılır. Her tüpteki hemoliz derecesi, spektrofotometrik yöntemle serbest hemoglobin konsantrasyonu ölçülerek saptanır.

Solüsyonlar:

Tamponlu stok NaCl solüsyonu (%10)

NaCl	180,00 g
Na ₂ HPO ₄	27,31g
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	4,86g
Saf su	2.000 ml

Çalışma solüsyonu (%1) :

Stok Solüsyonu 1 Kısım

Saf Su 9 Kısım

Stok solüsyonu ile çalışma solüsyonu, 4 °C'de 1 yıl saklanabilir.

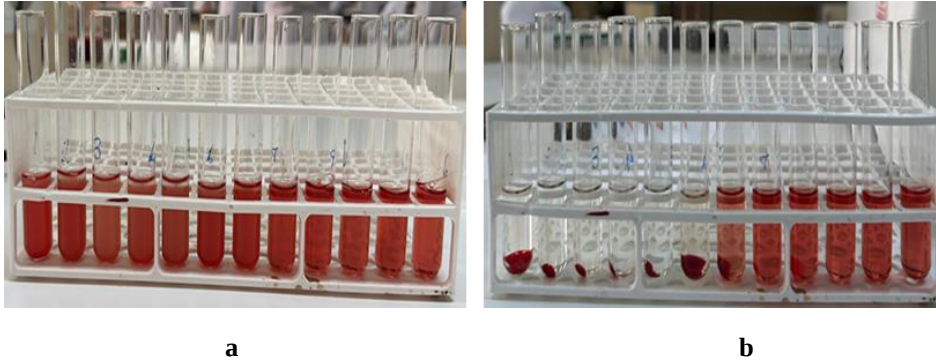
Tablo 2. Sulandırma İşlevi.

Tüp No	Konsantrasyon (%NaCl)	%1'lik solüsyon (ml)	Saf su (ml)
1	0.85	42.5	7.5
2	0.75	37.5	12.5
3	0.65	32.5	17.5
4	0.60	30.0	20.0
5	0.55	27.5	22.5
6	0.50	25.0	25.0
7	0.45	22.5	27.5
8	0.40	20.0	30.0
9	0.35	17.5	32.5
10	0.30	15.0	35.0
11	0.20	10.0	40.0
12	0.10	5.0	45.0

Hazırlanan bu dilüsyonlar buzdolabında (4°C'de) saklanmalıdır.

Deneyin yapılışı

1. Tabloda belirtildiği şekilde hazırlanan değişik konsantrasyonlardaki NaCl solüsyonlarından her tüpe (12 tüp) 5 ml konur.
2. Her tüpe otomatik pipetle 0,05 ml heparinize venöz kan eklenir ve hemen karıştırılır.
3. Tüpler oda ısısında 30 dk. bekletilir.
4. Tüpler tekrar karıştırılır.
5. Dakikada 2.000 devirde, 5 dk. süreyle santrifüj edilir.



Şekil 23. Osmotik fragilite testi **a)** Hipotonik NaCl solüsyonlarına kan eklenmesi, **b)** Santrifüjden sonra hemoliz değerlendirmesi.

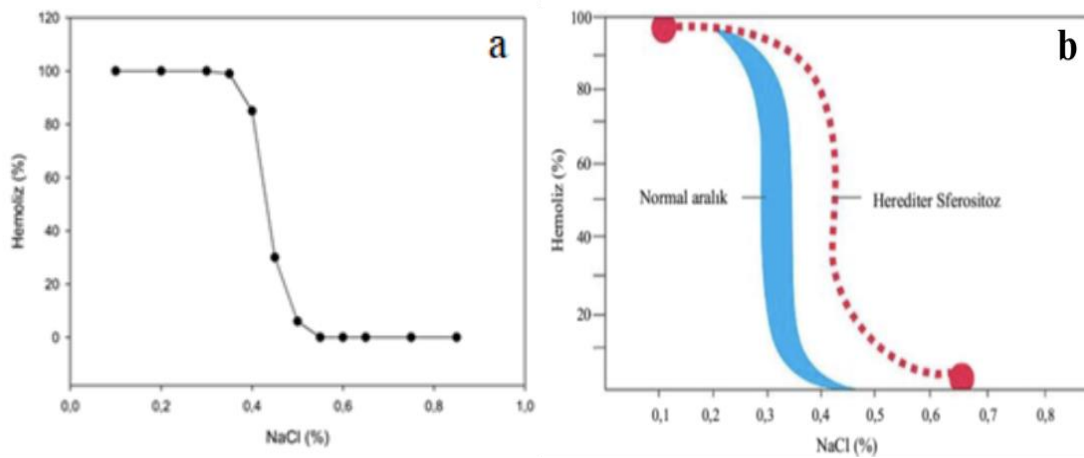
6. Süpernatant alınır ve spektrofotometrede 545nm’de okunur. % 0,85’lik dilüsyonun süpernatanı kör olarak, %0,1’lik dilüsyonunki ise % 100 hemoliz olarak alınır.



Şekil 24. Spektrofotometre.

7. Hemolizin başladığı tüpteki NaCl eriyiğinin yoğunluğu *minimum dayanıklılık*; hemolizin tamamlandığı tüpteki NaCl eriyiğinin yoğunluğu ise *maksimum dayanıklılık* olarak saptanır. *Hafif kırmızı rengin meydana gelişi hemolizin başlangıcı, berrak kırmızı renk ise tam hemolizi belirler.*

8. Her dilüsyonda elde edilen % hemoliz değerleri yardımıyla grafik çizilerek, eritrosit osmotik fragilite eğrileri elde edilir. Normalde, simetrik bir sigmoid eğri elde edilmelidir. Eğrinin yavaşça yükselen alt ucu hemolizin başlamasını ve eritrositlerin şişmesini belirler. Eğrinin dik yükselen orta kısmı, esas Hb salımını; eğrinin en üst kısmı ise tam hemolizi belirler.



Şekil 25. Eritrosit osmotik fragilite eğrileri. a)Normal, b) Normal (mavi), patolojik (kırmızı çizgili)

Normal sınırları

% 0,30 NaCl solüsyonu	%97-100	hemoliz
% 0,35 NaCl solüsyonu	% 90-99	hemoliz
% 0,40 NaCl solüsyonu	%50-95	hemoliz
% 0,45 NaCl solüsyonu	% 5-45	hemoliz
% 0,50 NaCl solüsyonu	% 0-6	hemoliz
% 0,55 NaCl solüsyonu	% 0	hemoliz

Yorum

Artmış osmotik fragilite: Bazı hemolitik anemiler ve buna bağlı hemolitik sarılıklar, *herediter sferositoz* (hemoliz, tonisitesi daha fazla olan solüsyonlarda başlar ve tamamlanır). *Eritrosit direnci azalmıştır.*

Azalmış osmotik fragilite: Talasemi ve bazı hemoglobinopatiler, demir eksikliği anemisi, karaciğer hastalıkları, splenektomili ve retikülositozlu olgular (hemoliz, tonisitesi daha az olan solüsyonlarda başlar ve tamamlanır). *Eritrosit direnci artmıştır.*

KAN GRUPLARI

1900 yılında Landsteiner, insan eritrositlerinin membranındaki iki antijenin (aglutinojen) varlığına göre 4 kan grubunu (A, B, AB, O) tanımlamıştır.

Eritrosit membranındaki en önemli ve en iyi bilinen aglutinojenler A ve B olup, aglutinojen yokluğunda kan grubu “0” dur. **Tablo 2’de**, kan grupları aglutinojen ve plazmadaki antikorlarına (aglutinin) göre sınıflandırılmıştır.

Rh Faktörü olarak adlandırılan diğer bir sistem, birçok antijeni içermekte olup en antijenik olanı D’dir. **Eritrositler D antijeni taşıyorsa Rh (+), taşımıyorsa Rh (-) olarak adlandırılır.**

Tablo 3. Kan gruplarına göre aglutinojen ve aglutininler.

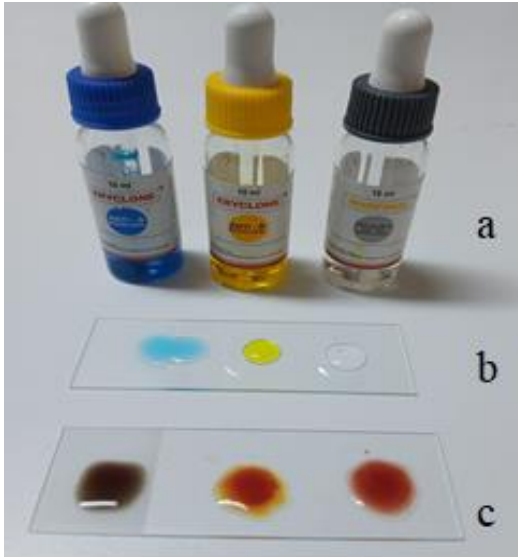
Kan grupları	Aglutinojen	Aglutinin
A	A	Anti-B
B	B	Anti-A
AB	A ve B	-
O	-	Anti-A, anti-B

Kan gruplarının saptanması

Araç-Gereç: Anti-A, Anti-B ve Anti Rh (Anti-D) serumu, lanset, pamuk, alkol, lam, cam baget

Deneyin yapılışı:

1. Önceden belirtilen şekilde parmaktan alınan üç damla kan lam üzerine damlatılır.
2. Üzerlerine sırası ile birer damla anti-A, anti-B ve anti-Rh (Anti-D) test serumları konur ve cam bagetle karıştırılır.
3. Aglutinasyonun (kum tanecikleri şeklinde eritrositlerin kümelenmesi) varlığı (A, B, AB, O) değerlendirilir.
4. Rh serumunda da aglutinasyon varsa *Rh* (+), aglutinasyon yok ise *Rh* (-) olarak değerlendirilir.



Şekil 26. Kan grubu tayini.

- a) Anti-A, B ve D serum şişeleri b) Mavi anti-A, Sarı Anti -B, Şeffaf Anti-D serumları
c) Anti-A, B ve D serumlarının kanla karıştırılıp bekledikten sonraki görüntüsü.

Tablo 4. Tüm olası kan grupları

Kan Grubu	Anti-A	Anti -B	Anti-D
A Rh (+)	+	-	+
A Rh (-)	+	-	-
B Rh (+)	-	+	+
B Rh (-)	-	+	-
AB Rh (+)	+	+	+
AB Rh (-)	+	+	-
0 Rh (+)	-	-	+
0 Rh (-)	-	-	-

*Aglütinasyon varlığı (+), yokluğu negatif (-) olarak değerlendirilir.

HEMOSTATİK FONKSİYONUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Laboratuvar testlerine başlamadan önce, hastanın öyküsü alınmalı ve fiziksel değerlendirme yapılmalıdır.

Hemostatik bozuklukların nedenleri

1. Vasküler bozukluklar: Kanama zamanı ve/veya kapiller fragilite testleriyle değerlendirilir.

2. Trombositlere ait bozukluklar: Kalitatif ya da kantitatif olabilir. Kanama zamanı, fragilite testi, trombosit sayımı, trombosit agregasyon ile adezyonu ve pıhtı retraksiyonu ile değerlendirilir

3. Koagülasyon faktör bozuklukları: Kalitatif ya da kantitatif olabilir. Pıhtılaşma zamanı, trombin zamanı, protrombin zamanı, parsiyel tromboplastin zamanı (PTT), fibrinolizin testleri, spesifik faktör analizleri (biyolojik ve immünolojik) ve dolaşımdaki antikoagülanların test edilmesiyle değerlendirilir.

Bu kitapta öğrenciye hemostatik bozukluk hakkında bilgi verebilecek birkaç anahtar test üzerinde durulacaktır.

Koagülasyon Testleri İçin Kan Alma Yöntemi

İki Enjektör Yöntemi

Bu yöntemde, ''doku tromboplastini''nin kan örneğine girişinin engellenmesi amaçlanır. Kola turnike bağlandıktan sonra, bir enjektörle vene girilir. Kan örneği (2ml) alındıktan sonra bu enjektörün şırıngası çıkarılır ve iğne venden çıkarılmadan, ikinci bir şırınga iğneye takılarak incelenecek kan örneği aspire edilir.

Tromboplastinden etkilenecek tüm testlerden, kan örneği bu yöntemle alınmalıdır (örneğin tam kan veya plazmanın pıhtılaşma zamanı, parsiyel tromboplastin zamanı, spesifik intrinsik faktör analizleri). *Tromboplastin eklenerek yapılan PT (protrombin zamanı) testinde kan örneği tek enjektör kullanılarak alınabilir.*

PIHTILAŞMA ZAMANI

a) Lee-White Yöntemi (Tüp içinde, tam kan pıhtılaşma zamanı)

Araç ve gereç: Plastik enjektör, 3 adet deney tüpü (10 mm çaplı), tüp sehpası, saat, alkol, pamuk.

Deneyin yapılışı

1. Venöz kan (3 ml) alınır. Enjektöre kanın gelmeye başladığı anda zaman kaydedilir.
2. Enjektörün iğnesi çıkartıldıktan sonra, 3 deney tüpünün her birine birer ml kan boşaltılır.
3. Üç dk. sonra 1. tüp eğilerek, pıhtılaşma kontrol edilir.
4. Bundan 30 sn. sonra 2.tüp kontrol edilir.
5. Sırasıyla 1. ve 2. tüpler, 30'ar sn. arayla eğilerek pıhtılaşmanın başlangıcı kontrol edilir.
6. Birinci ve 2. tüplerde pıhtılaşma başladıktan sonra, deneyin başından itibaren hareketsiz bırakılan tüp aynı işlemle kontrol edilir. Üçüncü tüpte tüm kanın pıhtılaştığı anda (tüp eğildiğinde kanın akması durumu) saatin gösterdiği zaman saptanır.
8. Enjektörde kanın görülmesinden, 3. tüpteki pıhtılaşmanın tamamlanmasına kadar geçen süre, pıhtılaşma zamanıdır.



Şekil 27. Tüp içinde pıhtılaşma zamanı tayini.

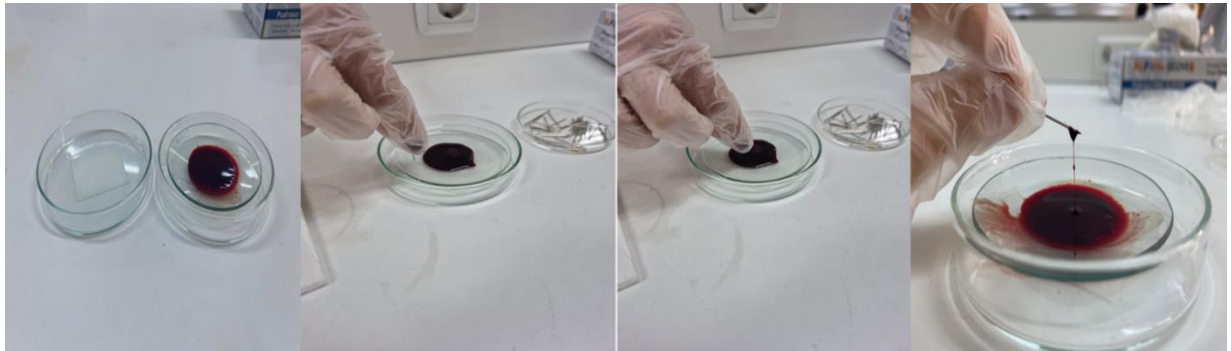
Normal değer: 7-15 dk.

b) Saat camı yöntemi

Araç ve gereç: Plastik enjektör, saat camı, cam petri kabı, filtre kağıdı, toplu iğne, pamuk, alkol.

Deney Yapılışı

1. Petri kutusunun alt ve üst kapaklarının iç kısımlarına ıslak filtre kağıdı yerleştirilerek, nemli kamara hazırlanır.
2. Enjektöre 2 ml venöz kan alınır ve bekletmeden saat camına boşaltılır. Saat camı petri kutusuna yerleştirilerek kapağı kapatılır ve saat tutulur.
3. Her 30 sn.'de bir petri kutusunun kapağı açılır ve toplu iğne kanın periferine batılıp kaldırılarak, fibrin iplikçığının oluşup oluşmadığı kontrol edilir.
4. Fibrin iplikçığının ilk oluştuğu an, pıhtılaşmanın başlangıcıdır. Bundan sonra birer dk. ara ile saat camı bir kenarından eğilerek, kanın akıp akmadığı kontrol edilir. Kanın akmadığı an da, pıhtılaşma tamamlanmıştır.



Şekil 28.Saat cam yöntemi ile pıhtılaşma zamanı tayini

Normal değer: 2-6 dk.

Yorum

Olay kontakt aktivasyonla başladığı için (camla temas), pıhtılaşma zamanı intrinsik sistemi ilgilendiren koagülasyon faktörleri ile, trombosit fosfolipid kaynağı olan mevcut trombositlere bağlıdır. Az miktardaki trombosit fosfolipidi trombin oluşumu için yeterli olduğundan; pıhtılaşma zamanı şiddetli trombositopenilerde dahi normal sınırlardadır. Pıhtılaşma zamanı intrinsik sistem ve ortak yolu ilgilendiren koagülasyon faktörlerinin ağır eksikliklerinde önemli derecede uzar.

PROTROMBİN ZAMANI (PT)

(Quick yöntemi)

Prensip: Protrombin zamanı, sitratla ya da oksalatla kalsiyumu uzaklaştırılmış plazmaya fazladan tromboplastin ve optimal yoğunlukta Ca^{+2} eklendiğinde gelişen pıhtılaşmanın süresidir.

Araç ve gereç: Enjektör, alkol, pamuk, santrifüj, kronometre, PT tüpleri, sıcak su banyosu



Şekil 29. Protrombin Zamanı (PT) testi için gereken malzemeler; **a)** Sporda PT tüpü **b)** Doku tromboplastini- $CaCl_2$ (Neoplastin) karışımı, **c)** Sıcak su banyosu.

Ayırıcılar

1. Dilüe edilmiş doku tromboplastini (optimal miktarda $CaCl_2$ içermektedir).
2. Sodyum sitrat, % 3,8'lik
3. Normal kontrol plazma.

Deneyin yapılışı

1. 4,5 ml venöz kan alınır üzerine 0,5 ml % 3,8'lik sodyum sitrat eklenir.
2. Tüp alt - üst edilerek kanla sitratın karışması sağlanır.
3. Dakikada 1500 devirde, 5 dk. boyunca santrifüje edilir.
4. Plazma temiz bir tüpe aktarılır ve $37^{\circ}C$ 'lik su banyosuna konur.
5. (12x75 mm)'lik deney tüplerine 0,2 ml tromboplastin- $CaCl_2$ solüsyonu konur ve en az 1 dk. inkübe edilir. Plazma da 1 dk. boyunca ısıtılmalıdır.

6. Isıtılmış plasmadan 0,1 ml, *Tromboplastin- CaCl₂* karışımına eklenir ve hemen kronometre çalıştırılır. Pipetin ucu tromboplastine çok yakın tutulmalıdır.

7. Karışım su banyosunda 5-6 sn. süreyle bekletilir. Sonra su banyosundan çıkarılan tüpün dışı pamukla silinerek; fibrin oluşumu tüp hafifçe öne arkaya doğru eğilerek kontrol edilir.

8. Fibrin oluştuğu an, kronometre durdurulur.

9. Saptanan değer, normal kontrol plazmaninkine ait olanla kontrol edilir.

Normal değer: 12-14 sn.

Yorum

Ekstrinsik sistem yoluyla fibrin oluşumu, normalde plazmada bulunan koagülasyon faktörlerinin yanı sıra, doku tromboplastini ve kalsiyumu gerektirir. PT ölçülerek değerlendirilen bu sistemde fibrinin normal hızda oluşması, ekstrinsik yolak (faktör V, faktör X, protrombin, fibrinojen) ait koagülasyon faktörlerinin plazmada normal miktarlarda bulunmasına bağlıdır. PT, protrombin, fibrinojen, *faktör V*, *faktör VII* ve *faktör X*'un doğuştan ya da kazanılmış eksikliklerinde ve *vitamin K* eksikliğinde uzar. Dolaşımda heparin dahil antikoagülan ajanlar, vitamin K antagonistleri ve fibrinojen yıkım ürünlerinin varlığında; ayrıca karaciğer hastalıklarında PT uzamıştır. Doku tromboplastini fosfolipidleri de içerdiğinden, PT trombositlerden etkilenmez.

PT ile ölçülen beş koagülasyon faktöründen üçü (protrombin, faktör VII, faktör X) Kumarin türevi oral antikoagülan ajanlarla (vitamin K inhibitörleri) baskılandığından bu tür antikoagülan tedavinin kontrolünde en yaygın kullanılan test PT'dir .

PT, *faktör VII* ve *faktör X*, *protrombin (Faktör II)* ve *fibrinojen (Faktör I)* eksikliklerine görece daha duyarlıdır.

Testle ilgili önemli durumlar

1. PT ölçümünde kullanılan bazı ticari kitlerdeki antikoagülan ajan *oksalattır*. Pratik hematoloji kaynaklarında ise, faktör V'nin oksalatlı ortamda labil olduğu ve bu nedenle antikoagülan olarak oksalat yerine sitrat kullanılması gerektiği özellikle vurgulanmaktadır.

2. Su banyosunun 37° C de olması ve inkübasyonun 1 dk. ile sınırlandırılması önemlidir.

3. Cam ile uzun süreli kontakt protrombin zamanını kısalttığından bu durumdan kaçınılmalı ve deneyin tüm basamakları zamanında ve beklemeden uygulanmalıdır.

4. Antikogülan/kan oranının uygun olmaması; yani fazla antikoagülan eklenmesi ya da az kan alınması durumlarında PT artifisiel olarak uzar.

5. Test sırasında ayıraçların bozuk olması, kirli tüp kullanımı, sitrattan başka antikoagülan eklenmesi gibi durumlarda da PT artifisiel olarak uzar.

KANAMA ZAMANI

(Duke yöntemi)

Prensip: Kanama zamanı trombositlerin yeterliliği hakkında bilgi verir. Bu testle, stabil (kalıcı) trombüsün oluşumuna dek geçen süre belirlenir. Mikrotravma nedeniyle meydana gelen kanamanın durmasında damar büzüşmesi de etkili olacağından, kanama zamanı trombosit fonksiyon ve/veya sayı yetersizliklerinin yanında, bazan vasküler bozukluklarda uzayabilir. *Von Willebrand hastalığı* olan kişilerin çoğunda ve trombositopenili olgularda kanama zamanı uzar. Koagülasyon bozukluklarında kanama zamanı ve trombosit sayısı genellikle normaldir.

Gereç: Lanset, filtre kağıdı veya pamuk, alkol, saat.

Deneyin yapılışı

1. Parmak ucu veya kulak memesi iyice temizlendikten sonra lanset ile 2 mm kadar delinir.
2. Basınç yapılmadan, kendiliğinden akan kan her 15 sn'de bir ufak bir parça pamuk veya filtre kağıdı ile silinir. Kanı silerken parmağa dokunmamak ve sadece kan damlasına değmek gereklidir.
3. Kanamanın durduğu, yani filtre kağıdı veya pamukta kan lekesinin bulunmadığı an, kanama süresinin sonudur.
4. Bu anda yaranın üstü ufak bir pıhtı ile kapanmış ve kanama durmuştur.



a

b

c

Şekil 30. Kanama zamanı tayini. **a)** Tek kullanımlık lansetle parmak ucu delinir, **b)** İlk kan damlası (silinmez), **c)** 15 sn aralıklarla kan emdirilmiş filtre kağıdı ile süre saptanır.

Normal değer : 1-4 dk.

Tablo 5. Tam Kan Sayımı (CBC) örneği**Tarih: 15.10.2024 | Saat: 11:42**

Test Adı (Parametre)	Sonuç	Birim	Referans Aralığı
Baso# (Bazofil Sayısı)	0,03	10 ³ /ul	0,01 - 0,05
Baso % (Bazofil Yüzdesi)	0,3	%	0 - 0,7
Eo# (Eozinofil Sayısı)	0,31	10 ³ /ul	0,03 - 0,44
Eo% (Eozinofil Yüzdesi)	3,5	%	0 - 4,4
Hct (Hematokrit)	44,1	%	36,2 - 46,3
Hb (Hemoglobin)	15,2	g/dl	11,9 - 15,4
IG# (İmmatür Granülosit Sayısı)	0,03	10 ³ /ul	0 - 0,09
IG% (İmmatür Granülosit Yüzdesi)	0,3	%	0 - 0,6
Lymp# (Lenfosit Sayısı)	2,63	10 ³ /ul	0,85 – 3
Lymp% (Lenfosit Yüzdesi)	30	%	12,2 - 47,1
MCH (Ortalama Eritrosit Hemoglobini)	31	pg	26,5 - 31,4
MCHC (Ort. Eritrosit Hgb. Konsantrasyonu)	34,5	g/dl	31,9 - 34,8
MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi)	89,8	fl	80 - 93,6
Mono# (Monosit Sayısı)	0,78	10 ³ /ul	0,19 - 0,77
Mono% (Monosit Yüzdesi)	8,9	%	4,4 - 12,3
MPV (Ortalama Trombosit Hacmi)	8,9	fl	9,7 - 11,9
Neut# (Nötrofil Sayısı)	5,01	10 ³ /ul	1,82 - 7,42
Neut% (Nötrofil Yüzdesi)	57,3	%	40,3 - 74,8
NLR (Nötrofil-Lenfosit Oranı)	1,9		

Test Adı (Parametre)	Sonuç	Birim	Referans Aralığı
NRBC# (Çekirdekli Kırmızı Kan Hüc. Say.)	0	10 ³ /ul	0,03 - 0,11
NRBC% (Çekirdekli Kırmızı Kan Hüc. Yüz.)	0	/100WBC	0 – 0
PDW (Trombosit Dağılım Genişliği)	9	fl	10,1 - 16,1
P-LCR (Trombosit Büyük Hücre Oranı)	15,4	%	18,5 - 42,3
Plt (Platelet-Trombosit)	304	10 ³ /ul	151 – 304
RBC (Eritrosit)	4,91	10 ⁶ /ul	4,18 - 5,48

Sonuç : Hastanın değerleri,

Referans aralığı: Normal kan değerinin hangi aralıklarda olması gerektiğini gösterir.

KARDİYOVASKÜLER SİSTEM

İNSANDA KALP SESLERİNİN DİNLENMESİ

(Kardiyak oskültasyon)

Gereç: Stetoskop



Stetoskop, göğüs duvarındaki vibrasyonların harekete geçirdiği havayı toplayarak kulağa iletir. Mekanik (akustik) stetoskoplarda, sesi toplayan göğüs parçası (çan ve diyaframdan oluşur), sesi olduğu gibi ileten iletici tüp ve sesin her iki kulağa iletilmesini sağlayan kulaklık tüpleriyle kulaklıklar bulunur.

Şekil 31. Stetoskop

Yöntem: Muayene ortamı mümkün olduğunca sessiz olmalı ve hastanın göğüs bölgesi açıkta kalacak şekilde kıyafetleri çıkartılmalıdır. Kalp sesleri kalp odaklarından stetoskopla dinlenir. Oskültasyon sırasında stetoskop kulaklıklarının eksenini dış kulak yollarının uzun eksenine paralel olmalıdır. Yüksek frekanslı kardiyak sesler (S1, S2) stetoskopun diyafram kısmıyla iyi duyulurken düşük frekanslı kardiyak sesler (S3, S4) için çan kısmı kullanılmalıdır. Çan kısmı göğüs duvarına hafif bir basınçla uygulanmalıdır, aksi halde deri diyafram özelliği kazanır ve düşük frekanslı sesleri baskılar.

Elektronik Stetoskop

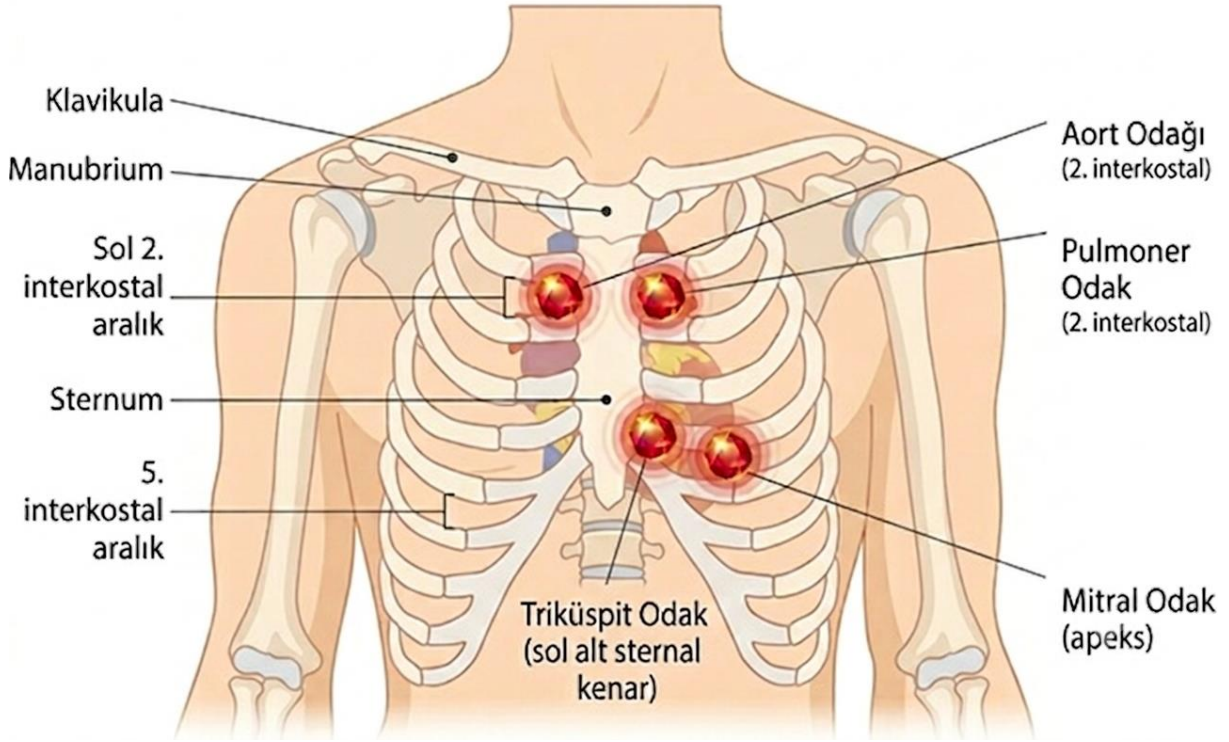


Elektronik stetoskop, akustik sesleri elektronik sinyallere dönüştürür. Bu stetoskoplarda ses amplifiye edilerek (artırılarak) çevredeki gürültünün baskılanması sağlanır. Bazı modellerinde duyulan sesler kaydedilerek bilgisayar/telefona aktarılabilir

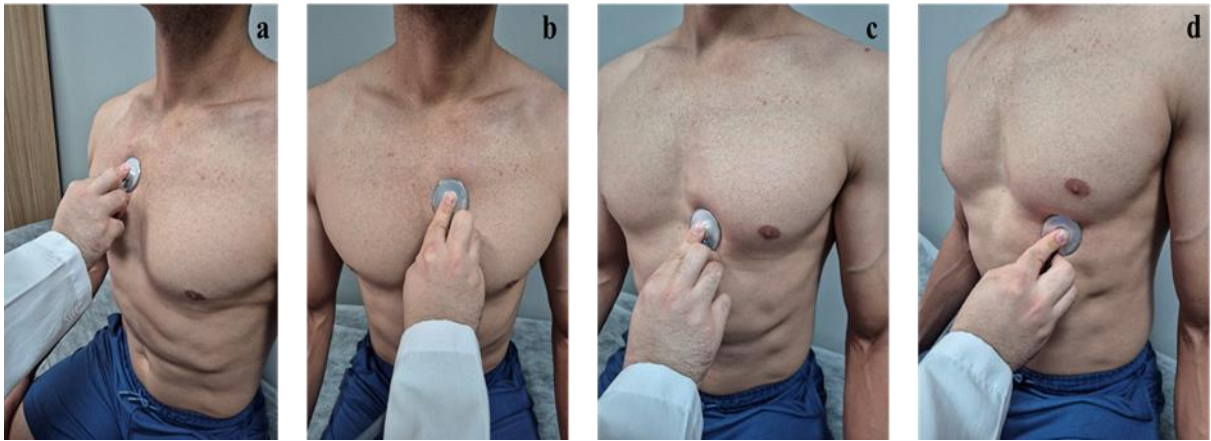
Şekil 32. Elektronik Stetoskop

Kalp Sesi Odakları

Kalp seslerinin dinlenmesi esnasında *aort*, *pulmoner*, *triküspit* ve *mitral* olmak üzere 4 odak kullanılır.



Şekil 33. Kalp seslerinin dinlendiği odaklar



Şekil 34. Kalp odaklarının stetoskopi ile dinlenmesi a) Aort odağı, b) Pulmoner odak, c) Triküspit odak, d) Mitral odak

Aort odağı: Sağ 2. İnterkostal aralığın sternumla birleştiği yerdir. Aort kapak sesleri en iyi burada duyulur.

Pulmoner odak: Sol 2. İnterkostal aralığın sternumla birleştiği yerdir. Pulmoner kapak sesleri en iyi burada duyulur.

Triküspid odağı: Sol 4. İnterkostal aralığın sternumla birleştiği yerde veya ksifoidin alt ucundadır. Triküspid kapağa ait titreşimler eni iyi burada duyulur.

Mitral odak: Normal kişilerde sol 5. İnterkostal aralığın midklavikular hattı kestiği yerde veya bunun 1-2 cm iç bölgesinde yani kardiyak apekstedir. Mitral kapağa ait titreşimler en iyi bu odaktan duyulur.

Kalp sesleri

Birinci Kalp Sesi (S1), sistol başında atrioventriküler (A-V, mitral ve triküspid) kapakların kapanması sırasında gelişen tok ve donuk bir sestir. Frenkansı 25-50 Hz olup, yaklaşık 0,15 sn sürelidir. En iyi triküspid, özellikle mitral odakta duyulur.

İkinci Kalp Sesi (S2), sistol sonunda aort ve pulmoner (A-P, semilunar sigmoid) kapakların kapanması sırasında gelişen tiz bir sestir. Frekansı 50-70 Hz olup, yaklaşık 0,1 sn sürelidir. En iyi aort, özellikle de pulmoner odakta duyulur.

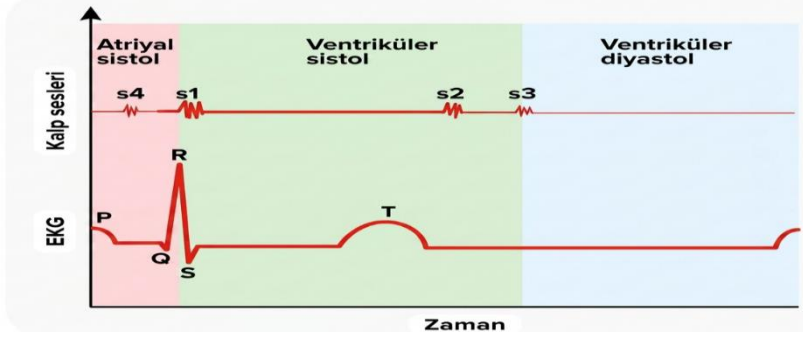
S1 ve S2 arası ventrikül sistol süresini; S2 ve S1 arası ise ventrikül diastol süresini belirler.

Üçüncü Kalp Sesi (S3), diastolün ilk 1/3 hızlı doluşu sırasında gelişen ventrikül titreşimlerine bağlı olarak duyulan sestir. Çok kısa sürelidir (0,04 sn). Ancak deneyimli kulaklar duyabilir. En iyi sol tarafa yatmış pozisyonda iken, apekte işitilir. Normalde bazen genç erişkinlerde ve ağır egzersiz sonrasında stetoskopla duyulabilir.

Dördüncü Kalp Sesi (S4), atrium sistolü sırasındaki ventrikülün son 1/3 hızlı doluşu ile gelişen sestir. Stetoskopla hiç duyulamaz.

Normalde stetoskopla duyulabilen sesler S1 ve S2'dir. S3 ve S4 ise en iyi fonokardiyografi ile amplifikatörden geçirilerek kaydedilebilirler. Bu sesler ancak bazı patolojik koşullarda stetoskopla belirgin olarak işitilebilirler; bu durumlar kalp yetmezliği ile ventrikül doluşuna karşı direncin geliştiği azalmış ventriküler kompliyanstır (örneğin konstrüktif perikarditler). S3 ek olarak hipertroidi ile mitral yetmezlikte de belirginleşir.

İkinci Kalp Sesinin (S2) fizyolojik çiftlenmesi ise inspirasyonda gelişerek, aort kapağı (A), pulmoner (P) kapaktan biraz daha önce kapanır; yani A2 ve P2 arasındaki bu interval yaklaşık 0,04-0,06 sn olup, ekspirasyon sırasında S2'deki çiftlenme kaybolur.



Şekil 35. Fonokardiyogramla kayıtlanan kalp seslerinin EKG ile eşzamanlı olarak gösterilmesi.

İNSANDA NABIZ MUAYENESİ

Prensip: Nabız muayenesi kalbin atım hızı, ritmi ve kuvveti hakkında hekimin değerlendirme yapabilmesi açısından büyük öneme sahiptir. İnsanda nabız muayenesi arterlerin en yüzeysel olduğu bölgelerden yapılmaktadır. Genel olarak *radial arter*, *karotis*, *femoral arter*, *brakial arter* ve *dorsalis pedis bölgeleri* kullanılmaktadır

Nabız muayenesi yapılacak arterin en yüzeysel olduğu cilt kısmına bir elin işaret, orta ve yüzük parmakları dik olacak şekilde parmak ucu ile hafifçe bastırılır. Nabızın atımı hissedilmeye çalışılır.

Arterlerin muayenesine ilk önce radyal arterin palpasyonu başlanmalı, kalbin ritm ve atım hızı saptanmalıdır. Daha sonra karotis ve diğer yüzeysel arterler (brakial, femoral, popliteal, tibialis posterior ve dorsalis pedis) palpe edilmelidir.

Radyal nabız muayenesi:



Radyal nabız, bileğin ventral yüzeyinden muayene edilir. Hekimin sağ elinin orta üç parmağı radyal arter üzerinde bulunacak şekilde, radiusun alt ucuna doğru hafifçe bastırılır; böylece, radyal arterin Radius kemiğine karşı vurumları hissedilir. Arterden her nabız dalgasının geçmesiyle arter çeperi genişler ve üzerindeki bölgede kuvvetli bir vurum alınır. Nabız sayımı bir dk.lık süre boyunca, aralıksız yapılmalıdır.

Şekil 36. Radyal nabız muayenesi.

Karotis nabzı muayenesi:



Şekil 37. Karotis nabzı alınması

Karotis nabzı, sağ elin parmakları (başparmak hariç) larinksin sağ ya da sol yanına yerleştirilerek; yavaşça içe, boynun arkasına doğru bastırılır.

Nabız muayenesi sırasında hız, ritm, karakter ve arter duvarının özelliği araştırılmalıdır. Nabız hızı (kalbin atım sayısı/dk.) çocuklarda 90-120/dk., erişkinlerde ise 60-90/dk.'dır. Ritm düzenin saptanması için, elle nabız muayenesi yapılırken stetoskopla eş zamanlı olarak kalp dinlenmelidir.

Brakial Nabız Muayenesi:



Şekil 38. Brakial nabız alınması.

Brakial nabız, ön dirsek çukurunun iç kısmında, kol gevşek vaziyette hafif fleksiyonda iken nabız muayenesi yapılabilir.

Femoral nabız muayenesi



Şekil 39. Femoral nabız muayenesi.

Femoral nabız, kasık bölgesinde, inguinal ligamentin orta noktasında ve diğer nabız bölgelerine kıyasla daha derinde hissedilir. Hipotansif hastalarda, şok tablolarında veya herhangi bir sebeple (kol amputasyonu vb) üst ekstremiteden nabız alınamadığı durumlarda femoral arter nabzı kullanılabilir.

Popliteal nabız muayenesi

Popliteal nabız, diz kapağını arkasında yer almaktadır. Diz çukurunun derininde bulunur. Hissedilmesi diğer noktalara göre biraz daha zordur ve tecrübe gerektirir. *Tıpkı femoral arter nabzında olduğu gibi ampute hastalarda popliteal nabız muayenesi yapılabilir*



Şekil 40. Popliteal nabız muayenesi

Dorsalis pedis nabızı muayenesi



Dorsalis pedis nabızı, ayağın üst kısmında, birinci ve ikinci metatarslar arasında hissedilir. Yüzeyel, hissedilmesi kolay olan bir nabızdır.

Şekil 41. Dorsalis pedis nabız muayenesi.

ARTERYEL KAN BASINCININ İNDİREKT ÖLÇÜMÜ

İnsanda kan basıncı ölçümü kalp damar sağlığının en önemli göstergelerinden bir tanesidir. Hipertansiyon veya hipotansiyon durumlarının tespiti hayati önem taşır. Kan basıncı ölçümü direkt ve indirekt yöntemler ile yapılabilir.

İndirekt Kan Basıncı Ölçüm Yöntemleri

1. Oskültasyon Yöntemi

Araç, gereç: Stetoskop, sfigmomanometre.

Prensip: İnsanda sistemik arteriyel kan basıncı genellikle indirekt yöntemle saptanır. Yöntemin esası, kola uygulanan manşonun hava ile şişirilerek manşonda oluşturulan basıncın brakial arterdeki basınçla kıyaslanmasıdır.

Uygulamada Cıvalı veya havalı (yaylı) manometreler kullanılır.



Şekil 42. Kan basıncı ölçümü a) Oskültasyon yöntemi b) Palpasyon yöntemi

Oskültasyon yöntemi ile kan basıncı ölçülürken;

1. Kan basıncı ölçülecek kişi oturtulur veya yatırılır. Kol, kalp seviyesinde ve mediyal yüzeyi üste gelecek şekilde, rahat bir pozisyonda ve dirsek hafif fleksiyonda tutulmalıdır.
2. Manşon, lastik tüpler iç yüzü gelecek şekilde çıplak üst kola sıkıca sarılır. Manşet gevşek ya da hava ile dolu olmamalıdır. Manşonun alt kenarı dirsek çukurunun yaklaşık 2-3 cm yukarısında olmalıdır.
3. Stetoskobun diyafram kısmı dirsek çukurunda brakial arter üzerine konur ve brakial nabız kayboluncaya dek manşon hava ile şişirilir.

4. Sonra dış basınç yavaş yavaş her seferinde 2-3 mmHg kadar düşürülür. Stetoskopta sesin ilk duyulduğu anda manometrede okunan basınç, **”sistolik kan basıncı”**dır. Bu sırada dış basınç brakial arter basıncına eşit olup ilk nabız dalgası arterden geçmektedir.

5. Manşondaki havanın boşaltılmasına devam edilirken sesin şiddeti ve kalitesi de değişir; önce ses daha ritmik ve serttir; daha sonra ise sesler aniden boğuklaşır ve hafifler.

Dış basınç 5-10mmHg daha azaltıldığında ses tamamen kaybolur. Sesin tamamen kaybolmadan önce boğuklaştığında manometre de okunan basınç, **”diastolik kan basıncı”**dır

2. Palpasyon yöntemi

Gereç: Sfigmomanometre

Palpasyon yöntemi ile kan basıncı ölçülürken;

1. Oskültasyon yönteminde tanımlandığı şekilde sfigmomanometrenin manşonu çıplak üst kola uygulanır.

2. Radyal nabız palpe edildikten sonra, basınç 30 mmHg’ya ulaşınca dek manşon bir defada şişirilir ve nabız kayboluncaya kadar dış basınç artırılmaya devam edilir.

3. Daha sonra manşondaki hava yavaş yavaş boşaltılarak dış basınç düşürülür. Radyal nabızın tekrar palpe edilmeye başladığı anda manometrede okunan basınç, **”palpe edilen sistolik basınç”**tır.

Sistolik basıncın hem palpasyon, hem de oskültasyon yöntemiyle saptanmasına karşın; diastolik basınç yalnızca oskültasyon yöntemiyle ölçülebilir. Oskültasyon yöntemiyle kan basıncı ölçüldüğünde duyulan sesler, **”Korotkow sesleri”** olarak adlandırılır.

Yorum

Kişi ilk kez değerlendirildiğinde, kan basıncı her iki koldan ölçülmelidir. Normalde iki kol arasında çok az bir basınç farkı vardır; iki taraf arasındaki aşırı ve sebat eden bir basınç farklılığı, vasküler obstrüksiyonun göstergesidir.

Palpasyon yöntemiyle ölçülen sistolik kan basıncı, oskültasyon yöntemiyle ölçülenden genellikle 2-5 mmHg daha düşüktür. Kan basıncının oskültasyon yöntemiyle ölçülmesi sırasında, manşondaki basınç artırılırken radyal nabızın da palpe edilmesi uygundur.

Öte yandan, *iki kol amputasyonu olan* veya çeşitli sebeplerle koldan kan basıncı ölçümü yapmanın mümkün olmadığı bireylerde **popliteal fossadan kan basıncı ölçümü** yapmak mümkündür:

Popliteal Fossadan Kan Basıncı Ölçümü:

1. Manşon uyluğa bağlanır ve stetoskop popliteal fossaya yerleştirilerek kan basıncı ölçümü gerçekleştirilebilir.
2. Dikkate edilmesi gereken noktalardan bir tanesi manşonun uyluğa küçük gelebileceğidir. Dolayısıyla uyluk manşonu veya en büyük boy manşon kullanılmalıdır.
3. Ayrıca hasta yüz üstü yatar pozisyonda, diz hafif fleksiyonda olmalıdır.
4. Manşon patellanın 2-3 cm yukarısına bağlanır.
5. Oskültasyon veya palpasyon tekniklerinden biri kullanılarak manşon yeterince şişirildikten sonra popliteal fossa'da popliteal arter bölgesine stetoskop yerleştirilir.
6. Manşonun havası yavaş yavaş indirilirken Korotkow sesleri duyulmaya çalışılır.
7. Fizyolojik olarak sistolik kan basıncı 20 mmHg kadar daha yüksek çıkabilmektedir.
8. Diyastolik kan basıncı ise üst ekstremiteye yakın değerlerdedir.



Şekil43. Popliteal Fossadan Kan Basıncı Ölçümü.

ARTERYEL KAN BASINCININ DİREKT ÖLÇÜMÜ VE DOLAŞIMIN SİNİRSEL KONTROLÜNÜN İNCELENMESİ

Giriş ve Demonstrasyonun Amacı:

Arteriyel kan basıncının (TA) dar bir aralıkta tutulması, hayati organların perfüzyonunun sürekliliği için kritiktir. Bu demonstrasyonun amacı, anestezi altındaki bir sıçan modelinde TA'nın arter içinden (direkt) nasıl ölçüldüğünü göstermek ve dolaşım sisteminin kısa süreli kontrolünde hayati rol oynayan **arteriyel barorefleks** mekanizmasını ve diğer sinirsel düzenleme yollarını *in vivo* ortamda incelemektir. Bu rehberdeki bilgileri önceden okuyarak demonstrasyona hazırlanınız.

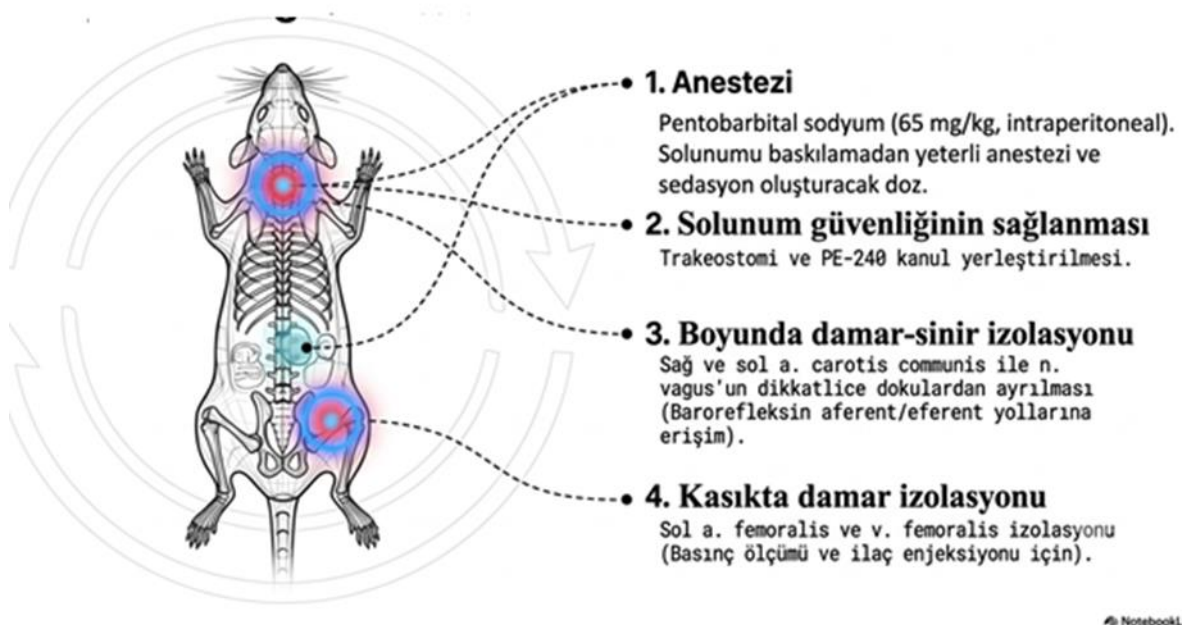
Öğrenme Hedefleri:

Direkt intraarteriyel basınç ölçüm tekniğini kavramak.

Barorefleksin bileşenlerini (sensör, afferent, merkez, efferent) tanımlamak.

Vazoaktif ajanların ve otonom sinir sistemi üzerindeki uyarıların hemodinamik parametreler üzerindeki etkilerini anlamak.

Uygulama Düzenine Bileşenleri



Şekil 44. Anestezi ve cerrahi işlemler.

Deney Hayvanı ve Anestezi: Bu demonstrasyonda Wistar ya da Sprague-Dawley türü yetişkin erkek sıçanlar kullanılmaktadır. Anestezi, **pentobarbital sodyum (65 mg/kg, i.p.)** ile sağlanır.

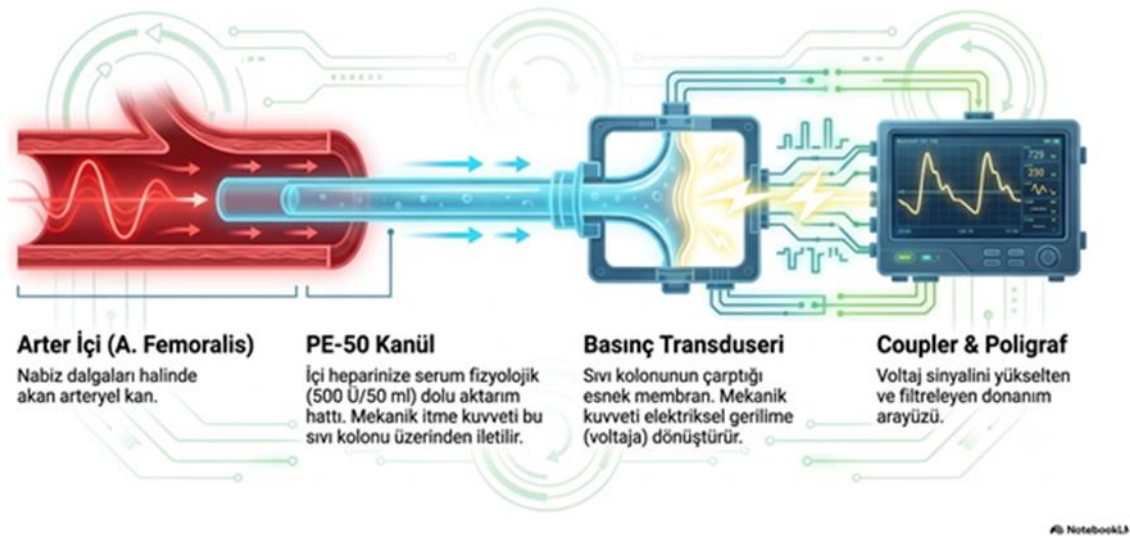
Anestezi 5-10 dk.'da başlar ve 60-90 dk. kadar yeterli olarak devam eder. Barorefleks, anestezi dolayısıyla, kısmen baskılanabilir.

Trakeostomi: Boyun bölgesinde trakeaya küçük bir kesi açılarak kanül (PE-240 benzeri tüp) yerleştirilir. Bu, solunum yolunun açık kalmasını sağlar.

Damar izolasyonu: Sol kasık bölgesinde a. femoralis ve v. femoralis izole edilir. Her bir damar içine heparinli serum fizyolojik dolu ince bir polietilen kateter (PE-50 tübing) yerleştirilir. PE-50 tübingler 4/0 ipek ile damarlara sabitlenir. Basınç transdüslerine bağlı kateter a. femoralis içine yerleştirilir ve Biopac MP36 sistemine bağlanır. Bu sistem ile kan basıncı kaydı yapılır. V. femoralis yolu ise farmakolojik ajan enjeksiyonunda kullanılır.

Bilateral a. carotis communis ve n. vagus izolasyonu: Boyun bölgesinde her iki common karotis ve her iki n. vagus, asılı ipek askı dikişleri ile hazırlık pozisyonuna getirilir (bu aşamada bağlanmaz).

A. femoralis kanülasyonu: Basınç transdüslerine bağlı kateter (PE-50) a. femoralis içine yerleştirilir ve 4/0 ipek ile sabitlenerek Biopac MP36 sistemine bağlanır.

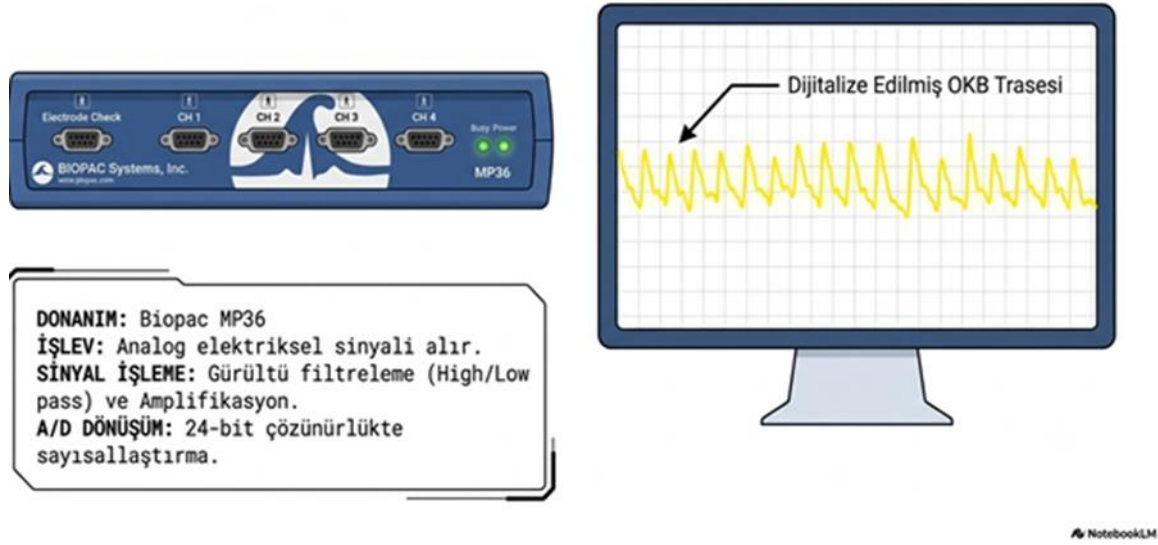


Şekil 45. Arteryel kan basıncının direkt ölçümü.

Direkt Ölçüm: TA, bir arterin (genellikle a. femoralis) içine yerleştirilen kanül (PE-50 tübing) aracılığıyla doğrudan ölçülür.

Transdüserin (çevireç) işlevi: Damar içindeki basınç, kateterdeki sıvı sütunu aracılığıyla transdüserin membranına iletilir. Transdüser, bu fiziksel basıncı orantılı bir voltaj değişimine çevirir.

Dikkat Edilecekler: Kateter içinde hava kabarcığı olmamalıdır (basınç dalgasını sönümler). Transdüser sıçan ile aynı yatay seviyede olmalıdır.



Şekil 46. Veri kayıt sistemi.

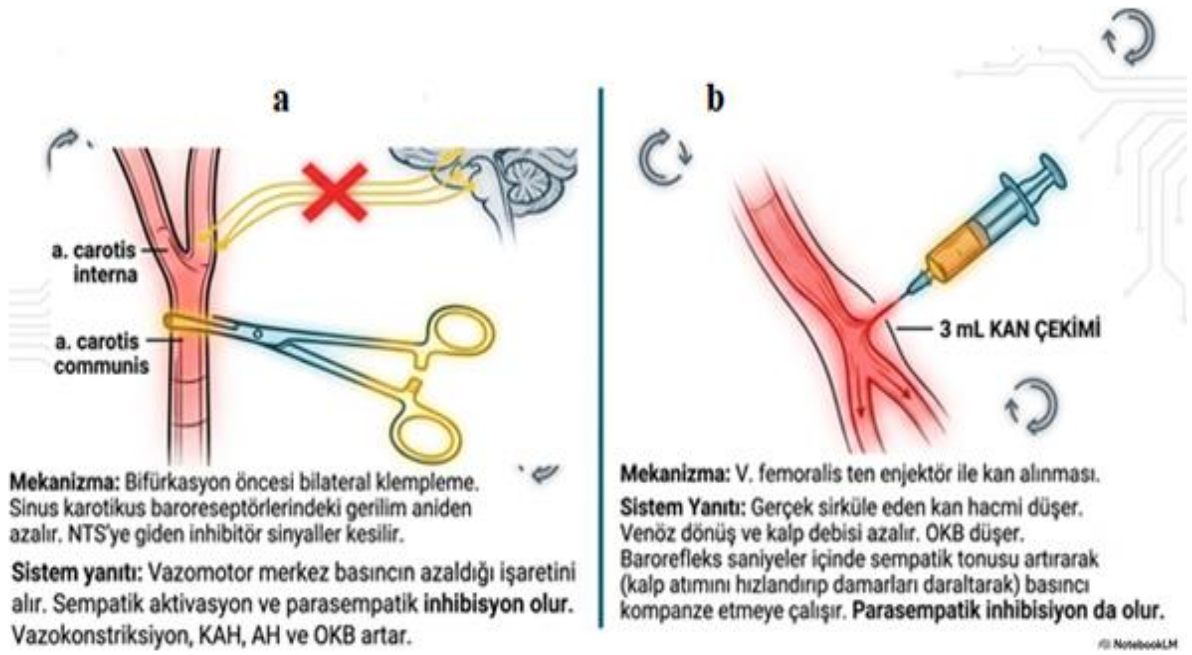
Kayıt Sistemi: Basınç dalgalanmaları bir basınç transdüseri tarafından elektriksel sinyallere dönüştürülür ve **Biopac MP36** veri kayıt sistemi ile bilgisayar ortamında analiz edilir. Sistolik, diyastolik ve ortalama basınç değerleri otomatik olarak hesaplanabilir.

Kayıt öncesi transdüser kalibre edilmelidir. Kayıt başlamadan önce transdüser sıçan ile aynı seviyeye getirilir. Aksi takdirde ölçülen basınç değerleri gerçek değerlerden farklı olur. Hidrostatik yükseklik farkı her 13,6 cm için yaklaşık 10 mmHg'lık hata yaratır.

Normal sıçan arteriyel kan basıncı 100-130/70-90 mmHg civarındadır. Anestezi altında bu değerler biraz daha düşük seyredebilir. Kalp hızı ise sıçanda 300-450 atım/dak'dır ve insan değerlerinden belirgin biçimde daha yüksektir.

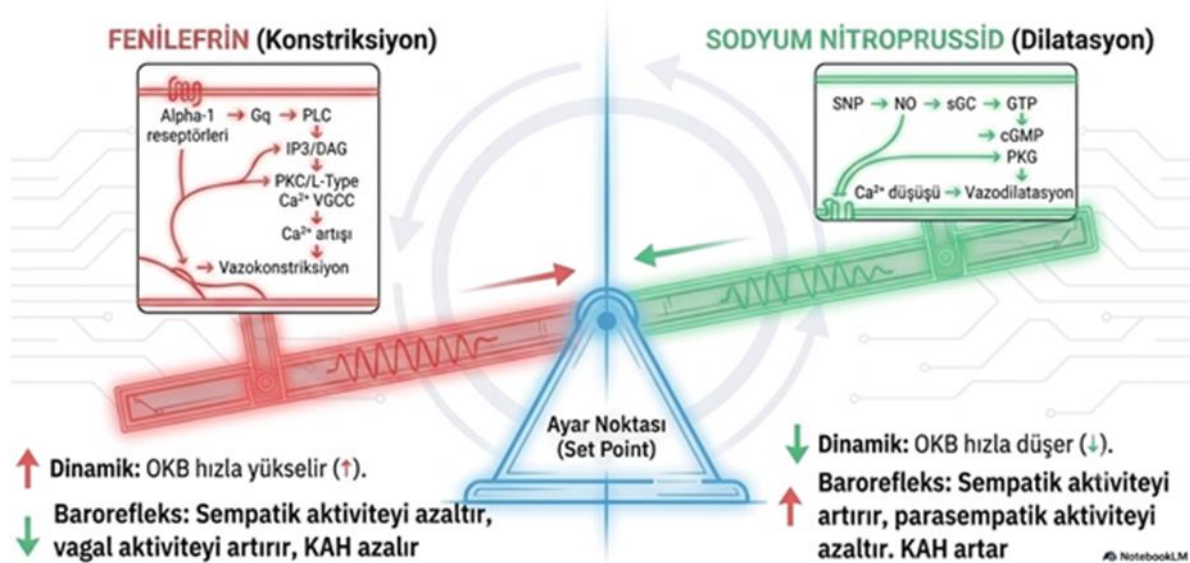
Hering-Traube ve Mayer Dalgaları: Yavaş kayıt hızlarında (5-10 mm/sn) gözlenen, solunum fazlarına göre değişen sistolik-diyastolik basınç eğrileridir. Çok yavaş kayıta (1-2 mm/sn) sempatik tonus kaynaklı daha uzun periyotlu Mayer dalgaları seçilebilir.

Demonstrasyonda Yer Alan Müdahaleler



Şekil 47. a) a.carotis'lerin tıkanması ve b) v. femoralis'ten kan kaybının (3 ml hemoraji) fizyolojik sonuçları Boyun bölgesinde hazırlanan askı dikiş ipleriyle önce sol, sonra sağ, sonra her iki a. carotis communis 30 sn. süreyle tıkanır.

Beklenen bulgular: Tıkama sırasında kan basıncı yükselir; tıkama kaldırıldığında basınç hızla normale ve hatta normalin altına doğru azalır. İki taraflı tıkama, tek taraflıya göre daha belirgin bir yanıt doğurur. Bu aşamada olası ritim bozukluklarına dikkat edilmeli ve gerekirse açıklanmalıdır.



Şekil 48. Vazoaktif ajanların etkileri ve etki mekanizmaları

Fenilefrin, sodyum nitroprussid ve noradrenalin uygulamaları atenolol (β_1 blokörü, 1 mg/kg) uygulaması yapıldıktan sonra tekrarlanır.

Noradrenalinin adrenalinden farklı kardiyak etkileri: Noradrenalin enjeksiyonunda adrenalinden farklı olarak, TA artışının daha belirgin olduğu ve barorefleks aktivasyonuna bağlı bradikardinin geliştiği gözlenir. Bunun nedeni noradrenalinin, adrenaline göre α_1 uyarılmasına bağlı pressör etkisinin daha güçlü, β_2 etkisinin çok daha zayıf olması ve direkt kardiyak β_1 etkisinin de adrenalinden daha az olmasıdır.

Atenolol uygulamasının farmakolojik ajanlara verilen yanıtlara olan etkileri tartışılır.



Şekil 49. N. Vagusun kesilmesi ve uyarılması (Vagal kaçış olayı).

Sağ n. vagus: Ağırlıklı olarak SA düğümünü etkiler → sinüzal bradikardi

Sol n. vagus: Ağırlıklı olarak AV düğümünü etkiler → atriyoventriküler blok. Uyarıldığında AV iletim yavaşlar ve 1., 2. veya 3. derece AV blok gelişebilir. Sol vagusun kalpte sağ vagusa göre daha az bradikardik etki yarattığı gözlemlenebilir.

Vagal kaçış (vagal escape): Sürekli vagal uyarı sırasında, SA ve AV düğümleri baskılanınca ventrikülerin kendi özgün pacemaker aktivitesi devreye girer ve kalp daha yavaş ama düzenli atmaya devam eder.

Tablo 6. Deneyde uygulanan müdahalelerin sonuçları.

Müdahale	Etki Mekanizması	Primer Etki (OKB)	Beklenen Refleks Yanıt
1. A. Karotislerin tıkanması	Mekanik Oklüzyon (Perfüzyon Düşüşü)		OKB ve KAH ↑
2. Kan Kaybı (Hemoraji - 3ml)	Hacimsel Kayıp (Venöz Dönüş Düşüşü)	Başlangıçta Düşer ↓	OKB ve KAH ↑
3. Fenilefrin Enjeksiyonu	Farmakolojik (Alfa-1 agonisti)	Yükselir ↑ (Vazokonstriksiyon)	KAH Düşer ↓ (Refleks Bradikardi)
4. Noradrenalin Enjeksiyonu	Farmakolojik (Alfa-1 ve beta-1 agonisti)	Yükselir ↑ (Vazokonstriksiyon)	KAH Düşer ↓ (Refleks Bradikardi)
4. SNP Enjeksiyonu	Farmakolojik (NO Donörü)	Düşer ↓ (Vazodilatasyon)	KAH Artar ↑ (Refleks Taşikardi)

Tablo 7. Deneyde beklenen sonuçların fizyolojik anlamları.

Müdahale Adı	Amacı	Beklenen TA Değişimi	Beklenen Barorafleks Yanıtı	Fizyolojik Anlamı
A.Karotislerin tıkanması	Baroreseptörlerin gerilimini azaltmak.	Artış.	Sempatik deşarj artışı, parasempatik deşarj azalışı,KAH Artışı.	Doku perfüzyonunu korumak için sistemik basınç yükseltilir.
Fenilefrin enjeksiyonu	Selektif $\alpha 1$ agonistik etki.	Artış. (vazokonstriksiyon)	Refleks bradikardi.	Artan basıncın barorefleksle dengelenmesi.
Sodyum Nitroprussid (SNP)	NO donörü ile vazodilatasyon.	Azalış.	Refleks taşikardi.	Düşen basıncın sempatik aktivasyonla artırılma çabası.
N. Vagus Uyarımı	Parasempatik eferent yolu uyarmak.	Şiddetli Azalış.	KAH azalması (bradikardi/blok), TA azalması.	Doğrudan kardiyo inhibitör etki.
Kan Kaybı (Hemoraji)	Volüm eksikliğinin etkisini görmek.	Azalış.	Sempatik aktivasyon, parasempatik inhibisyon, KAH artışı, vazokonstriksiyon.	Hipovolemiye karşı homeostatik yanıt.

Uygulama Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar

Bu demonstrasyon yerel etik komiteden alınan etik kurul onayı ile gerçekleştirilir.

Sıçanın anestezi derinliği kornea refleksi ve ağrılı uyarana yanıtla sürekli kontrol edilmelidir.

Enjekte edilen vazodilatör ajanlar sonrası sistemin serum fizyolojik ile yıkanması, ilaçların karışmasını önler.

Sonuç

Bu demonstrasyon, TA'nın sadece kalbin ve direnç damarlarının bir fonksiyonu olmadığını, aynı zamanda otonom sinir sistemi tarafından saniyeler içinde düzenlenen dinamik bir süreç olduğunu göstermektedir. Barorefleks, kan basıncındaki sapmaları engelleyen temel bir negatif geri bildirim sistemidir. Ancak, barorefleks kan basıncını uzun süreli olarak sabit tutamaz. Dakikalar-saatler içinde yeniden ayarlanır (resetting). Bu nedenle kronik kan basıncını önlemede tek başına yeterli değildir. Ancak ani basınç değişikliklerinde (örn. ani ayağa kalkma, hemoraji) en hızlı yanıt veren mekanizmadır.

İNSANDA ELEKTROKARDİYOGRAFİ (EKG)

Einthoven, 1903 yılında galvanometre ile kalbin aksiyon akımlarını grafi halinde elde etmiş ve EKG'nin temellerini atmıştır. EKG, kalpteki aksiyon potansiyellerinin vücut yüzeyinden, ekstraselüler olarak kaydedilmesidir.

Amaç: Bu uygulamanın amacı, elektrokardiyografi tekniğini öğrenmek ve elektrokardiyogramın yorumunu yapmaktır. Laboratuvarda EKG kaydedilecek, normal bir EKG analiz edilecek ve ayrıca kalp sesi dinlenecektir.

Hedef: Tıp Fakültesi dönem iki öğrencisi EKG kaydedebilmesi, alınan kayıtların normal olup olmadığını değerlendirmesi, kalp atım sayısını ve kalbin elektriksel aksını hesaplayabilmesi, kalp sesini dinleyebilmesidir.

Araç: Elektrokardiyografi cihazı

Yöntem:

1. EKG cihazı fişe takılarak 'POWER' düğmesinden cihaz çalıştırılır. EKG kağıdı kontrol edilir.



Şekil 50. EKG Cihazı. Göğüs elektrotları mavi, ekstremite elektrotları (siyah, sarı, kırmızı ve yeşil) ve elektro jeli

2. EKG kaydı alınacak kişi, el ve ayak bilekleri ile göğüs bölgesi açıkta kalacak şekilde muayene masasına sırtüstü yatırılır. Kayıt sırasında parazite neden olabileceği için kişinin üzerinde metal eşya (takı, saat vb.) bulunmamalıdır.

3. Ekstremité elektrotları, (mandal içindeki metal plaka bileğin iç kısmına gelecek şekilde) verilen konumlara yerleştirilir:

- **Kırmızı:** Sağ kol bileği
- **Sarı:** Sol kol bileği
- **Yeşil:** Sol ayak bileği
- **Siyah:** Sağ ayak bileği

4. Göğüs elektrotları yerleştirilirken lastik balonlar sıkılarak vakum etkisi oluşturulur; elektrotlar deri yüzeyine bırakılarak sabitlenir.

5. EKG kaydında parazit oluşması veya elektrotların cilde iyi tutunmaması durumunda deri yüzeyine jel uygulanmalıdır.

6. Tüm elektrotlar yerleştirildikten sonra cihaz ekranından bağlantılar kontrol edilir. Gerekirse “FILTER” tuşuna basılarak parazitler filtrelenir.
7. Kayıt almak için “**RECORD**” tuşuna basılır. Cihaz 12 derivasyonlu kayıt sonunda otomatik olarak duracaktır. EKG kağıdı yukarı doğru dikkatlice çekilerek kopartılır.
8. EKG kağıdının üzerine hastanın adı-soyadı, EKG çekim tarihi ve saati not edilir.
9. Elektrotlar hastanın üzerinden sökülerek sürülen jel temizlenir.

Temel Fiziksel Bilgiler

Kalpdeki aktivasyon sürecinde her an farklı yönde, değişik birçok vektör belirmektedir. Bunların belirli bir andaki bileşkesine ortalama “enstantane vektör” denir. Bu bakımdan kalp homojen ve iletici bir volüm içinde belirli bir noktaya yerleşmiş bir dipole benzetilmektedir. Standart ekstremite derivasyonlarında (bipolar) frontal düzlemdeki elektriksel potansiyeller kaydedilir. Bu kayıta; elektrotlar hipotetik bir eşkenar üçgenin (Einthoven üçgeni) üç köşesine (üçgenin köşelerini sağ omuz, sol omuz ve sol inguinal bölge oluşturmaktadır) yerleştirildiğinde kalbe uyan dipolin eşkenar üçgenin tam merkezinde olduğu kabul edilmektedir. Standart ekstremite derivasyonlarında, ortalama enstantane vektörün Einthoven üçgeninin üç kenarındaki izdüşümleri incelenmektedir.

Bu amaçla izdüşüm vektörlerine çizilen dikey çizgilerin kesiştiği nokta, ortalama enstantane vektörün (+) ucunu belirler.

Derivasyonlar (elektrodların lokalizasyonları)

Elektrokardiografideki **bipolar kayıtlarda**, iki nokta arasındaki potansiyel farkı saptanmaktadır (bipolar derivasyonlar). **Unipolar derivasyonlarda** ise elektrodlardan biri potansiyel farkı hipotetik olarak yaklaşık sıfır kabul edilen bir noktaya; diğer elektrod (araştırıcı elektrod) ise potansiyeli araştırılmak istenen noktaya uygulanmaktadır. Unipolar derivasyonlarda araştırıcı elektrodun uygulandığı alandaki potansiyelin direkt olarak, olduğu gibi saptandığı kabul edilmektedir.

a) Bipolar derivasyonlar: İki elektrod arasındaki potansiyel farkı saptanmaktadır. Bipolar derivasyonlar “standart ekstremite derivasyonları” olarak da tanımlanır. Elektrotlar Einthoven üçgeninin yaklaşık olarak köşelerine isabet eden ekstremite bileklerine uygulanır. Bu derivasyonlarda elektrotların konumu aşağıdaki gibidir;

D I : Sağ kol(-), sol kol (+); eksen 0°

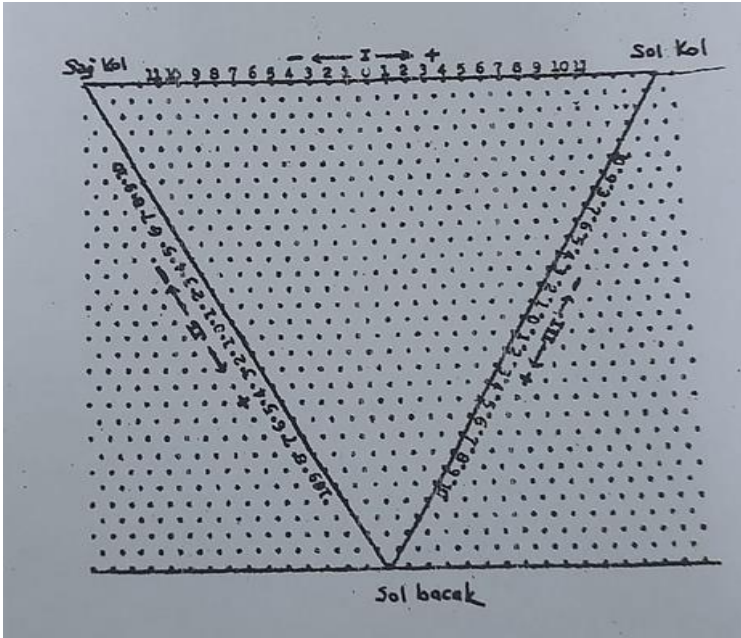
D II: Sağ kol (-) sol bacak (+); eksen 60°

D III: Sol kol (-), sol bacak (+); eksen 120°



Şekil 51. Ekstremité derivasyonları (**Bipolar**; DI, DII, DIII ve **Unipolar**; aVR, aVL, aVF)

İki elektrod arasındaki potansiyel fark; frontal düzlemdeki vektörün, bu iki noktaya birleştiren çizgi üzerindeki izdüşümü ile direkt orantılıdır. *Bipolar derivasyonlar, Einthoven üçgenin (Şekil 52) kenarları yerine bu kenarlara paralel olan ve üçgenin merkezinden geçen 3 eksen şeklinde de gösterilebilir (triaksiyal sistem).*



Şekil 52. Einthoven üçgeni (DI, DII, DIII)

Elektriksel potansiyel: Kirchhoff kanununa göre, kapalı bir devredeki tüm potansiyel farkların cebirsel toplamı sıfıra eşittir.

Einthoven, DII'nin polaritesini değiştirse idi (sağ kol- sol bacak şeklinde) DI+DII+DIII sıfıra eşit olacaktı. Einthoven, DII'nin polaritesini bu şekilde değiştirmediğinden, denklem: $DI - DII + DIII = 0$; yani $DII = DI + DIII$ olacaktır.

b) Unipolar derivasyonlar: Bir elektrodteki potansiyel, araya konan dirençlerle ihmal edilebilir durumu getirilerek; diğer elektrodteki potansiyel maksimum olarak kaydedilir. Potansiyeli sıfıra dek indirilen elektroda indiferent elektrod (**- elektrot**) vücut yüzeyinin değişik yerlerine konarak aksiyon akımını daha lokalize bir şekilde araştıran elektroda ise araştırıcı elektrod (**+ elektrod**) denir.

Einthoven üçgeninin üç köşesindeki elektrodlardan gelen kablo birleştirilerek (**indiferent elektrot**) galvanometrenin negatif kutbuna bağlanır. Pozitif kutba ise araştırıcı elektrod bağlanır. İndiferent elektrodun potansiyeli sıfır olduğundan; galvanometrenin gösterdiği potansiyel, araştırıcı elektrodun bulunduğu noktanın potansiyelidir.

Unipolar derivasyonlar iki gruba ayrılır:

1. Unipolar ekstremite derivasyonları: Bunlar VR (sağ kol) VF (sol bacak), VL (sol kol)'dır. Bu kayıtlardaki amplitüdün çok küçük olması nedeniyle artırılmış derivasyonlar kullanılmaktadır: **aVR**, **aVL**, **aVF** (**a**=artırılmış). Artırılmış derivasyonlarda, hangi ekstremitedeki potansiyel ölçülecekse o ekstremiteye ait bağlantı indiferent elektrodan çıkarılmaktadır. Böylece amplitüd 1,5-1,7 kat artmaktadır. Artırılmış derivasyonlarda elektrodların bağlanması aşağıdaki gibidir.

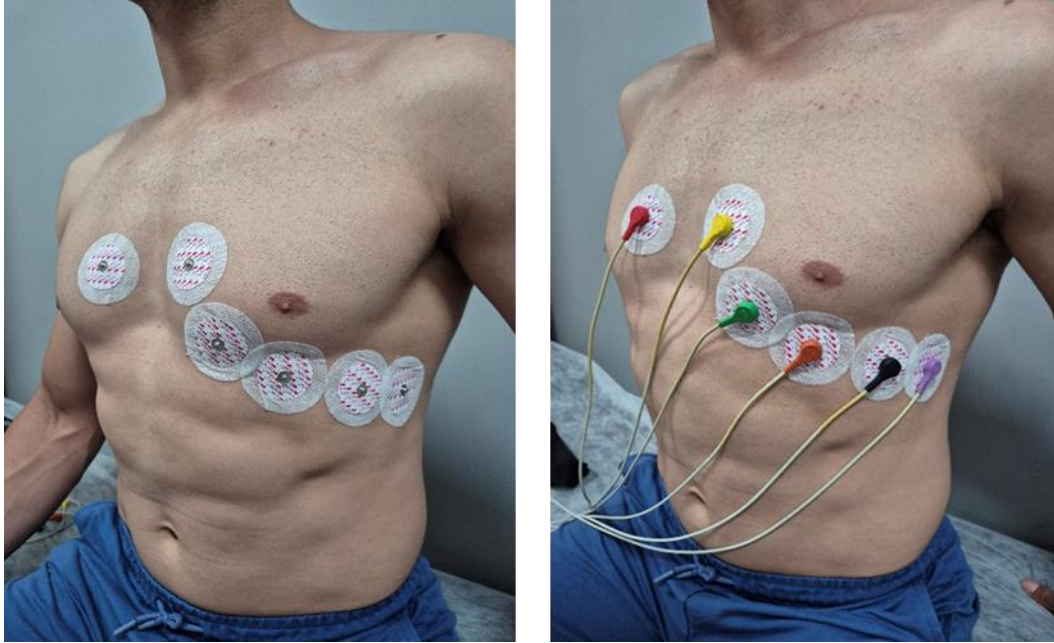
aVR: Sağ kol (+) sol kol ile sol bacak (-)

aVL : Sol kol (+) sol bacak ile sağ kol (-)

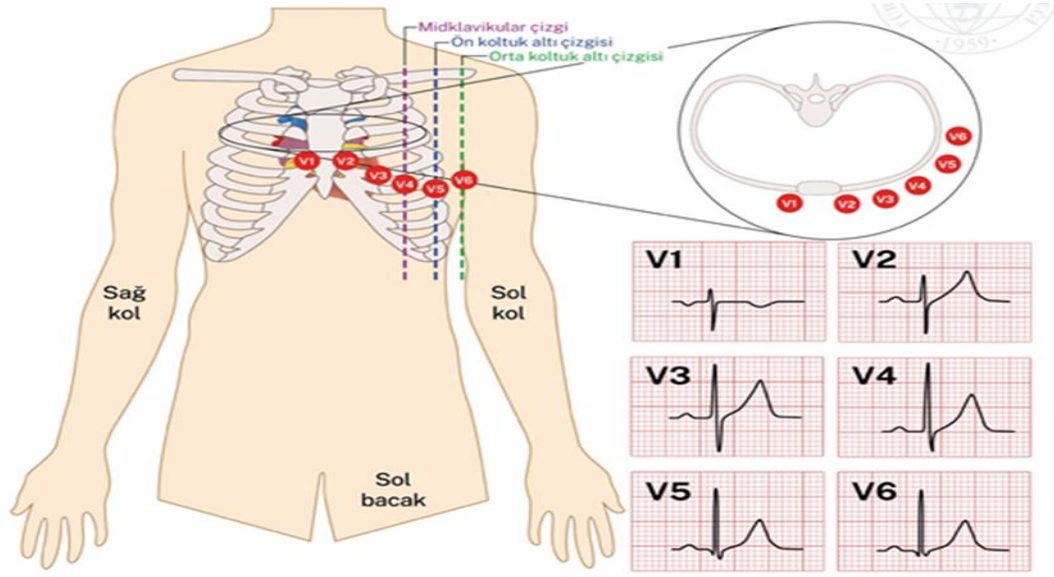
aVF: Sol bacak (+) sağ kol ile sol kol (-)

Tablo 8. Göğüs elektrodları yerleşimleri.

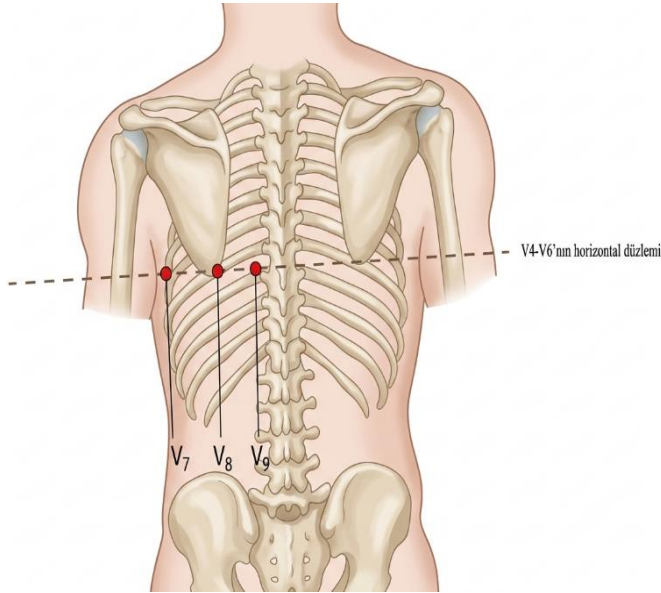
V1:	Sternumun sağ kenarında 4. interkostal aralıkta.
V2:	Sternumun sol kenarında 4. interkostal aralıkta.
V3:	V ₂ ile V ₄ 'ün arasında
V4:	Solda midk.lavikular çizginin 5. interkostal aralığı kestiği yer (apeks). Bundan sonraki derivasyonlar (V ₅₋₉), V ₄ ile aynı horizontal çizgi üzerindedir.
V5:	V ₄ 'ten sola doğru çizilen horizontal çizginin ön aksilla çizgisi ile kesiştiği nokta.
V6:	Aynı horizontal çizginin orta aksilla çizgisi ile kesiştiği nokta.
V7:	Aynı horizontal çizginin posterior aksiller çizgisi ile kesiştiği nokta.
V8:	Aynı horizontal çizginin posterior skapula çizgisi ile kesiştiği nokta
V9:	Aynı horizontal çizginin sol spinal sınır ile kesiştiği nokta.



Şekil55.Unipolar göğüs derivasyonu elektrodlarının uygulama yerleri



Şekil 56. EKG kaydında göğüs derivasyonları (V1-V6) yerleşimleri .(İnsan Fizyolojisi TFBD)



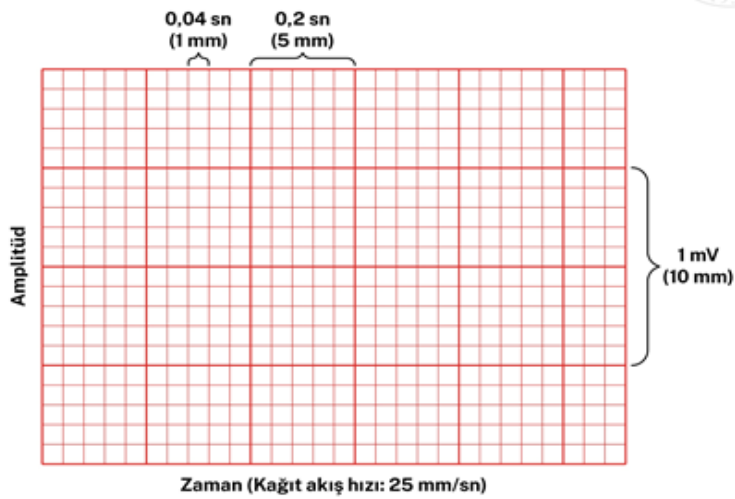
Şekil 57. EKG' de V₇-V₉ yerleşimi (*Posterior MI düşünüldüğünde kullanılır)



Şekil 58. EKG kaydında elektrodların yerleşimi

EKG kağıdı

İnce horizontal ve vertikal çizgiler arasında 1 mm'lik aralıklar bulunur. Her 5 mm'lik aralık, kalın çizgilerle ayrılmıştır. Horizontal çizgiler üzerinde zaman (1 mm=0,04 sn; 5 mm=0,2 sn); vertikal çizgiler üzerinde ise voltaj (10 mm =1 mV) belirlenir. Rutin EKG çekimindeki kayıt hızı sn.de 25 mm'dir. 1 mV genlikteki bir sinyal, 10 mm'lik defleksiyona neden olur.



Şekil 59. EKG kağıdının özellikleri (Tıbbi Fizyoloji, Guyton ve Hall)

Normal Elektrokardiyografik Dalgalar

Büyük harfler (Q,R,S) büyük dalgaları (5 mm'den büyük); küçük harfler ise (q,r,s) küçük dalgaları (5 mm'den küçük) belirlemek için kullanılır.

P dalgası: Atrium depolarizasyonu ile oluşur. Süresi 0,09 sn, genliği ise 2-2,5 mm'dir; ekstremita derivasyonlarında (+)'tir. aVR'de daima (-) 'tir. P dalgasının süresinin uzaması veya genliğinin büyümesi atrium hipertrofinin göstergesidir.

Ta (atrial T) dalgası: Atrium repolarizasyonu ile oluşan (-) dalga. Genellikle QRS kompleksi tarafından örtülerek, görülmez. Atrium hipertroflerinde, kalp atım hızı çok yavaşladığında veya PR aralığı uzadığında görülebilir.

Q (q) dalgası: Ventriküldeki ilk depolarize olan bölgeye (septum) bağlı olarak gelişen, QRS kompleksindeki ilk (-) defleksiyon. İlk (+) defleksiyondan (R) önce gelir. Süresi maksimum 0,03 sn (<0,04 sn); genliği ise maksimum 1,1 mm (<1 mm veya aynı QRS kompleksi içinde <R/4) olmalıdır. Çok küçük olması ya da bazı derivasyonlarda görülmemesinin patolojik bir anlamı yoktur. Süresi uzun ve derin Q dalgası ise patolojik olup, miyokard infarktüsünün belirleyicisidir. Q dalgası sol derivasyonlarda görülmeye başlar.

R dalgası: Ventrikül duvar (miyokard) depolarizasyonu sırasında gelişen, QRS kompleksindeki ilk (+) defleksiyon. Genliği standart derivasyonlarda 5-20 mm, V₁ 'de 2-22 mm, aVF'de maksimum 20 mm, aVL'de ise maksimum 13 mm'dir.

S (s) dalgası: Ventriküldeki en son depolarize olan alanlara (sol ventrikülün posterobazal kısmı, pulmoner konus ve interventiküler septumun üst 1/3 kısmı) bağlı olarak gelişen; QRS kompleksindeki ilk (+) defleksiyonu (R) takibeden ilk (-) defleksiyondur. Süre ve genliğinin normal sınırları, Q dalgasında olduğu gibidir. İlk R veya ilk S dalgasını takibeden ilave pozitif veya negatif defleksiyonlar ise r ve s gibi sembollerle gösterilir.

T dalgası: Ventriküler repolarizasyona bağlı olarak gelişen pozitif defleksiyon süresi 0,2 sn; genliği ise standart derivasyonlarda 1-5 mm'dir. Göğüs derivasyonlarda 11 mm' nin üzerinde olması patolojiktir. DIII, aVL, V₁ ve V₂ 'de bazen; aVR'de ise daima (-) olur. Diğer derivasyonlarda (+)'tir. DI ve DII'de (-) veya difazik olması; V₁ ve V₂ haricindeki göğüs derivasyonlarında ise (-) olması patolojiktir.

T dalgası, kendisinden önceki QRS kompleksindeki R dalgası genliğinin en az onda biri (R/10) kadar olmalıdır. T'nin (+) olması gereken derivasyonlarda (-) olarak gözlenmesi miyokard iskemisinin göstergesidir.

Normal interval Değerleri (Süre)

PR (veya PQ) intervali: A-V ileti zamanını gösterir. Atrial depolarizasyon, AV düğümdeki normal ileti gecikmesi (yaklaşık 0,07 sn) ve impulsun endokarda dek ulaşması için geçen süreyi kapsar. P dalgasının başından, QRS kompleksinin başlangıcına kadar olan kısımdır. Normal süresi 0,12-0,20 sn (ortalama 0,16 sn)'dir.

Uyarının ventriküllere ulaşmasındaki her türlü gecikme (dal blokları ve diğer bloklar, atrium hipertrofileri), PR intervalinde uzamaya neden olur. Taşikardilerde PR kısalır; bradikardiler ise uzar.

QRS intervali: Total ventriküler depolarizasyon süresini gösterir. Q dalgasının başından (Q gözlenmiyorsa R'nin başından), S dalgasının sonuna dek geçen süredir. Frontal düzlem derivasyonlarında normal süresi maksimum 0,1 sn'dir (0,06-0,9sn). Göğüs derivasyonlarında V₂ veya V₃' te) nadiren üst sınır 0,11 sn olabilir.

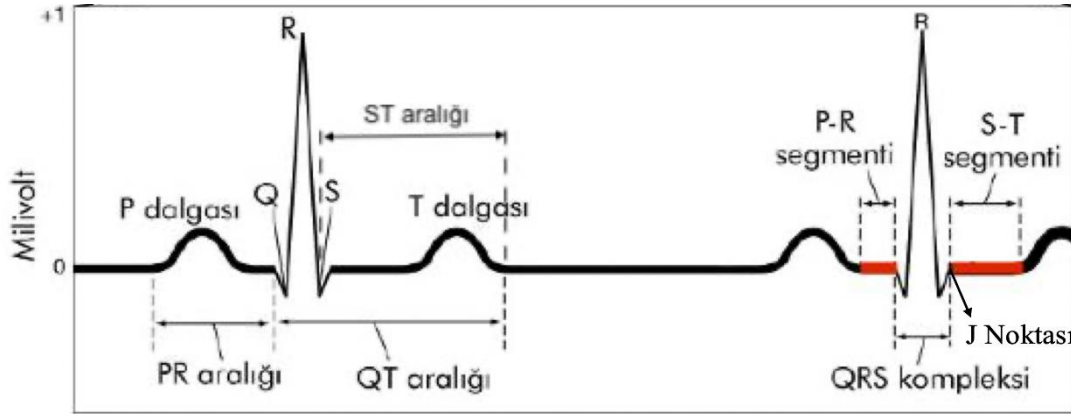
QT intervali: Ventrikülün depolarizasyon ve repolarizasyonunu belirleyen, Q dalgasının başından T dalgasının sonuna dek geçen süredir. Elektriksel ventrikül sistol süresini gösterir. Ortalama 0,40 sn olup, 0,43 sn'yi aşmamalıdır.

ST intervali: Ventriküler repolarizasyonu belirleyen, S dalgasının sonunda T dalgasının sonuna dek geçen süredir. Normal süresi 0,32 sn'dir .

Tablo 9. Normal interval süre ve sırasındaki olaylar

Parametresi	Normal Süresi: Ortalama (sn)	Normal Süresi: Sınırları (sn)	Bu Aralık Sırasında Kalpdeki Olaylar
PR aralığı	0,18	0,12 – 0,20	Atrial depolarizasyon ve AV düğümünden geçiş
QRS süresi	0,08	0,10'a dek	Ventriküler depolarizasyon ve atrial repolarizasyon
QT aralığı	0,40	0,43'e dek	Ventriküler depolarizasyon artı ventriküler repolarizasyon

Parametresi	Normal Süresi: Ortalama (sn)	Normal Süresi: Sınırları (sn)	Bu Aralık Sırasında Kalpdeki Olaylar
ST aralığı (QT-QRS)	0,32	—	Ventriküler repolarizasyon



Şekil 60. İnterval ve Segmentler

Normal Segmentler

PR segmenti: P dalgasının sonunda QRS kompleksinin başlangıcına dek olan kısımdır. Normalde izoelektrik hattadır.

ST segmenti: QRS kompleksinin sonunda, T dalgasının başına dek olan kısımdır. Normalde izoelektrik hatta olup; standart derivasyonlarda $\pm 0,5$ mm'lik (genelde -0,5 ile +1,0 mm) unipolar ekstremite ve göğüs derivasyonlarında ise -0,5 ile +2,0 mm'lik deviasyonlar normal kabul edilir. ST segmentinde bu sınırların üzerindeki çökme ve yükselmeler patolojiktir. Segmentler dalga içermezler. İzoelektrik hatta olup olmadıkları açısından değerlendirilmelidir.

RST Junction (J noktası): QRS kompleksinin sonlanıp, ST segmentinin başladığı nokta. J noktası izoelektrik hatta olmalıdır .

EKG'de dakikada kalp atım hızının saptanması

Atrium sistolü sayısı = $60 / P-P \text{ (sn)} = 1500 / P-P \text{ (mm)}$

Ventrikül sistolü sayısı = $60 / R-R \text{ (sn)} = 1500 / R-R \text{ (mm)}$

EKG’de ST değışiklikleri

Ventriküldeki her türlü lezyon (mekanik, iskemik ya da enfeksiyona bağı), EKG’de ST sapmasına neden olur. Toplumda bunun en sık görülen nedeni miyokard iskemisi ve buna bağı olarak gelişen miyokard infarktüsüdür.

EKG’de voltaj değışiklikleri

EKG’de gözlenen elektriksel potansiyellerle kalbin mekanik gücü arasında herhangi bir ilişki yoktur.

1. Voltaj artması: Yüksek voltajlı QRS komplekslerinin en sık görülen nedeni, kalbin aşırı yüklenmesine bağı gelişen ventrikül hipertrofisidir.

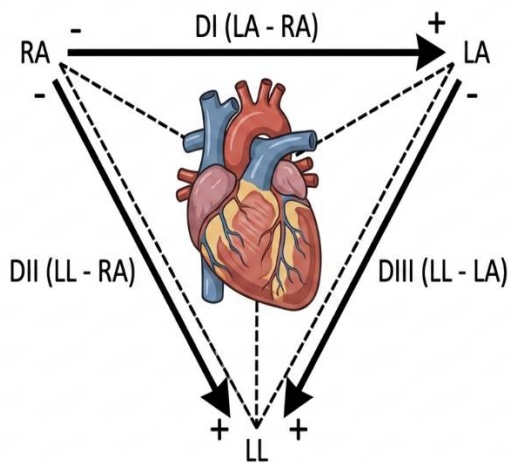
2. Voltaj azalması:

a) Kalp kasının, büyük miktarda akım oluşmasını engelleyen anormallikleri; eski miyokard infarktüsü gibi, kardiyak miyopatilere bağı düşük voltaj.

b) Kalbin çevresinde, akımlarının kolayca iletilmesini engelleyen durumlar; perikardial efüzyon, plevral efüzyon, pulmoner amfizem, aşırı obezite.

Kalbin Elektriksel Aksı

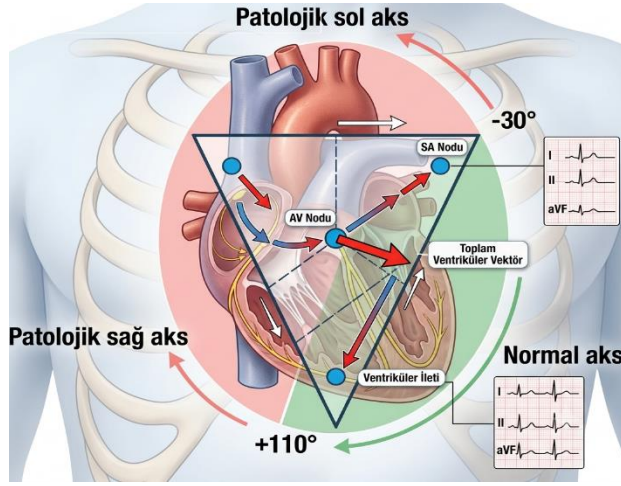
Ortalama QRS vektörünün DI eksenini ile yaptığı açıdır (α açısı). Kalbin elektriksel aksı, standart ekstremite derivasyonlarından saptanır ve ortalama QRS vektörü, ventriküldeki ortalama; depolarizan gücün yönünü ve şiddetini belirler. Einthoven üçgeni ile saptanır.



Şekil 61. Einthoven Üçgeni (RA:Sağ kol; LA:Sol kol; LL:Sol bacak)

Kalbin elektriksel aksı normalde -30° ile $+110^{\circ}$ arasındadır. -30° ve $+90^{\circ}$ arası sol aks sapması ile; $+110^{\circ}$ ve $\pm 180^{\circ}$ arasındaki sağ aks sapması anormaldir.

Normal sınırlar içindeki (-30° ile $+110^{\circ}$ arasında); 0° ile -30° arasındaki normal horizontal kalp pozisyonunu; $+75^{\circ}$ ile $+110^{\circ}$ arasındaki sağ aks sapması ise normal vertikal kalp pozisyonunu belirler.



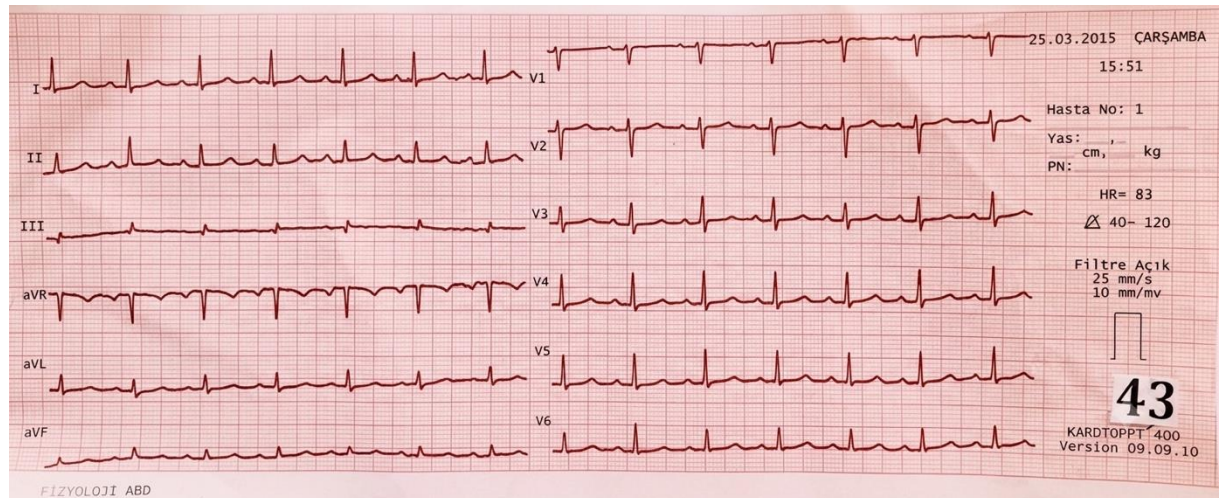
Normalde 60° olan aks, sağlıklı kişilerde dahi yaklaşık 20° sola ya da 100° sağa kayabilir. Normalde ekspirasyon sırasında, yatar pozisyonda ve şişmanlarda aks sola; inspirasyon sırasında, ayakta iken ve zayıf kişilerde ise aks sağa sapar.

Patolojik sağ aks sapmasına neden olan bazı durumlar: Sağ ventrikül hipertrofisi, sağ dal bloğu

Patolojik sol aks sapmasına neden olan bazı durumlar: Sol ventrikül hipertrofisi, sol dal bloğu

Şekil 62. Einthoven üçgeninde kalbin normal ve patolojik aksları

Son olarak öğrenciye bire EKG çıktısı verilerek aşağıdaki formu doldurması istenir .



Şekil 63. Pratik sırasında çekilmiş bir EKG

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

Öğrencinin Adı, Soyadı:.....
No:.....

Tarih :
Kart No:

Dalga ve Araları	Süresi			Amplitüd veya deviasyon			Özellik
	D _I	D _{II}	D _{III}	D _I	D _{II}	D _{III}	
P							
P-Q veya P-R							
Q							
R							
S							
QRS							
ST							
QT							
T							

Kalbin elektriksel aksı:.....

Rotasyon var mı?.....

1. Dakikada: a) Ventrikül sistol sayısı:.....
b) Atrium sistolü sayısı:

Yorum:.....

Şekil 64. EKG Değerlendirme Formu

KURBAĞA KALBİNİN ELEKTRİKSEL VE MEKANİK AKTİVİTESİ

Giriş ve Amaç: Deney hayvanı kullanımını azaltmak için kalp fizyolojisinin anlaşılmasını sağlayan simülasyon programları kullanılmaktadır. Simülasyon programları, kurbağa gibi deney hayvanı kalbinin verdiği cevaplara göre oluşturulmuştur. Bu cevaplar insan kalbi ile oldukça benzerdir.

Bu pratik uygulamasında simülasyon programı kullanılarak kardiyak işlevler ve çeşitli uyarılara verilen cevaplar değerlendirilecektir.

Hedef: Dönem II öğrencileri İzole Kalp pratiği sonunda;

1. Kalp kasının otomatisite/ritmisite özelliklerini tanımlamalı,
2. “Kalp kasının içsel bir atım yeteneği vardır” ifadesini açıklamalı,
3. Kalp kasının refrakter periyodunun göreceli uzunluğunu iskelet kası ile karşılaştırmalı ve kalp kasının neden tetanusa girmediğini açıklamalı,
4. Ekstrasistolü tanımlamalı ve kalp döngüsünün hangi noktasında ekstrasistolün indüklenebileceğini açıklamalı,
5. Aşağıdakilerin kalp hızı üzerindeki etkisini tanımlamalı;
Vagal stimülasyon, soğuk, sıcak, pilokarpin, atropin, epinefrin, potasyum, sodyum ve kalsiyum iyonları
6. Ventriküler kaçışı tanımlamalı ve anlamını tartışabilmeli.

Prensip: Kurbağa kalbinin vücuttan izolasyonu sağlanarak Ringer solüsyonu ile perfüze edildiğinde, sağlıklı bir şekilde atım yapmaya devam eder. İzole kalpteki mevcut atımların mekanik aktivitesi kaydedilebilir. Bu durum kalp atımının kalp dokusundaki pacemaker (önder odak) hücrelerince başlatıldığını gösterir. Kurbağa kalbinde ana pacemaker *sinüs venosus*’tadır. Diğer pacemaker’lar atriyum ve ventrikülllerdedir. Kurbağa kalbinde Vagus siniri, sinüs venosus ile atriyumlar arasında bulunan ay şeklindeki beyaz dokuda (beyaz çizgide) sonlanır. Vagal sonlanmalar inhibitördür, sonuçta vagal uyarı kalp atım hızında yavaşlamaya sebep olur.

Kısa Teorik Bilgi: Kalp Kasının Özel Elektriksel Özellikleri (Otomatisite ve Ritmisite)

Kalp kası, iskelet kasına göre hem işlevsel hem de yapısal olarak önemli farklılıklar barındırır. Kalp, otonom sinir sistemi tarafından da uyarılabilmekle birlikte, dış uyarım olmaksızın kendiliğinden depolarize olabilme özelliğine de sahiptir. **Otomatisite** adı verilen bu özellik, pacemaker (önder odak) hücreleri tarafından meydana getirilir ve kalbin bağımsız bir şekilde pompa aktivitesini gerçekleştirmesine olanak sağlar. Bu özellik, ilgili hücrelerin sodyum iyonlarının yavaşça hücrelere girmesine izin veren plazma zarı bileşenleri olan protein özelliklerinden kaynaklanır. Sağlıklı bir kalpte kendiliğinden oluşan depolarizasyon-repolarizasyon olayları düzenli ve sürekli bir şekilde gerçekleşir; bu özelliğe **ritmisite** denir.

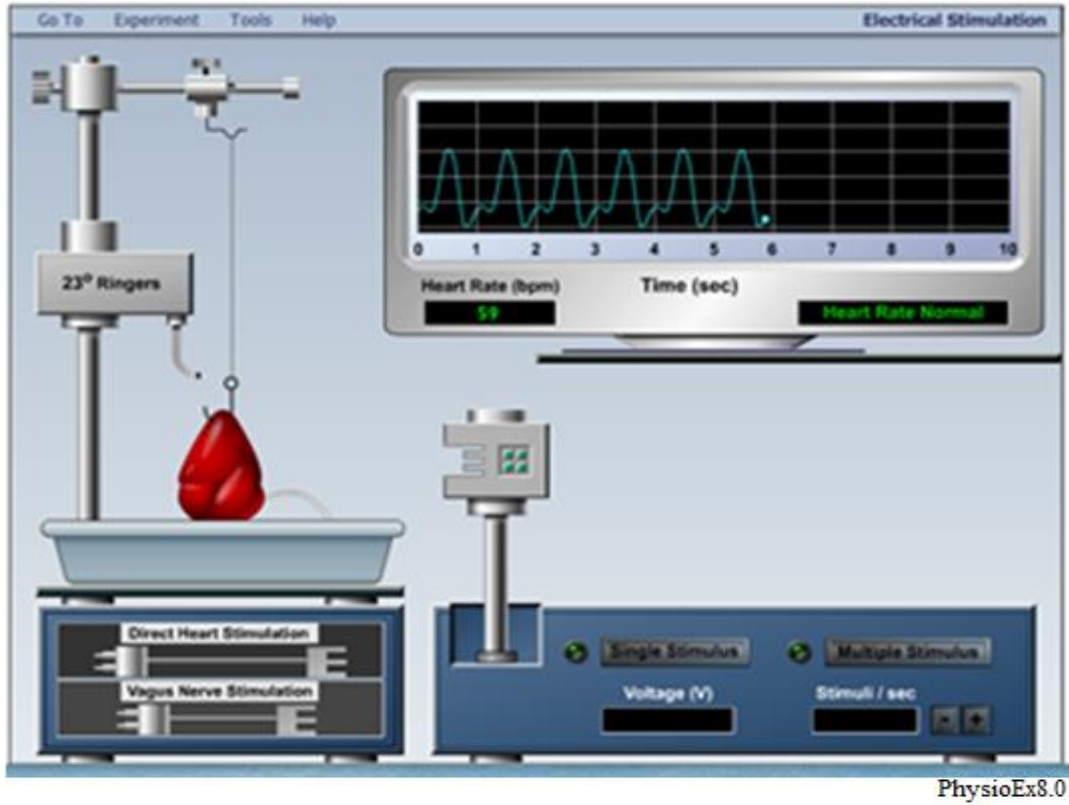
Kalbin Sinirsel Uyarımı

Hem parasempatik hem de sempatik sinir sistemleri kalbi uyarır. Sempatik sinir sisteminin uyarılması, kalbin kasılma hızını ve gücünü artırır. Parasempatik sinir sisteminin (vagus sinirleri aracılığı ile) uyarılması ise sinoatriyal düğümün depolarizasyon ritmini azaltır ve atriyoventriküler düğüm yoluyla uyarı iletimini yavaşlatır. Hatta vagal uyarım aşırı olursa, kalp atımlarını durdurabilir. Ancak genellikle sağlıklı bir kalpte kısa bir süre sonra ventriküller tekrar atmaya başlar ve bu durum **ventriküler kaçış** olarak tanımlanır.

Simülasyonda;

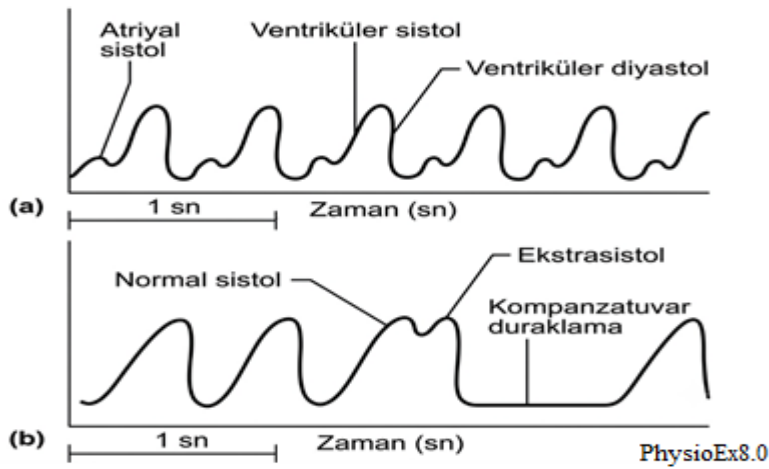
1. Direkt Kalp Uyarılması

Bu deneyde tek bir stimülasyon ile çoklu (multipl) stimülasyon uygulaması yapılacaktır. Ortaya çıkan mekanik yanıtlarda tek ve çoklu uygulamalara cevaben ne tür değişiklikler meydana geldiği takip edilmelidir (**Aktivite 1-3'te incelenecektir**).



Şekil 65. Kalp aktivitesi üzerine elektriksel uyarımın değerlendirildiği simülasyon düzeneği (Aktivite1-3)

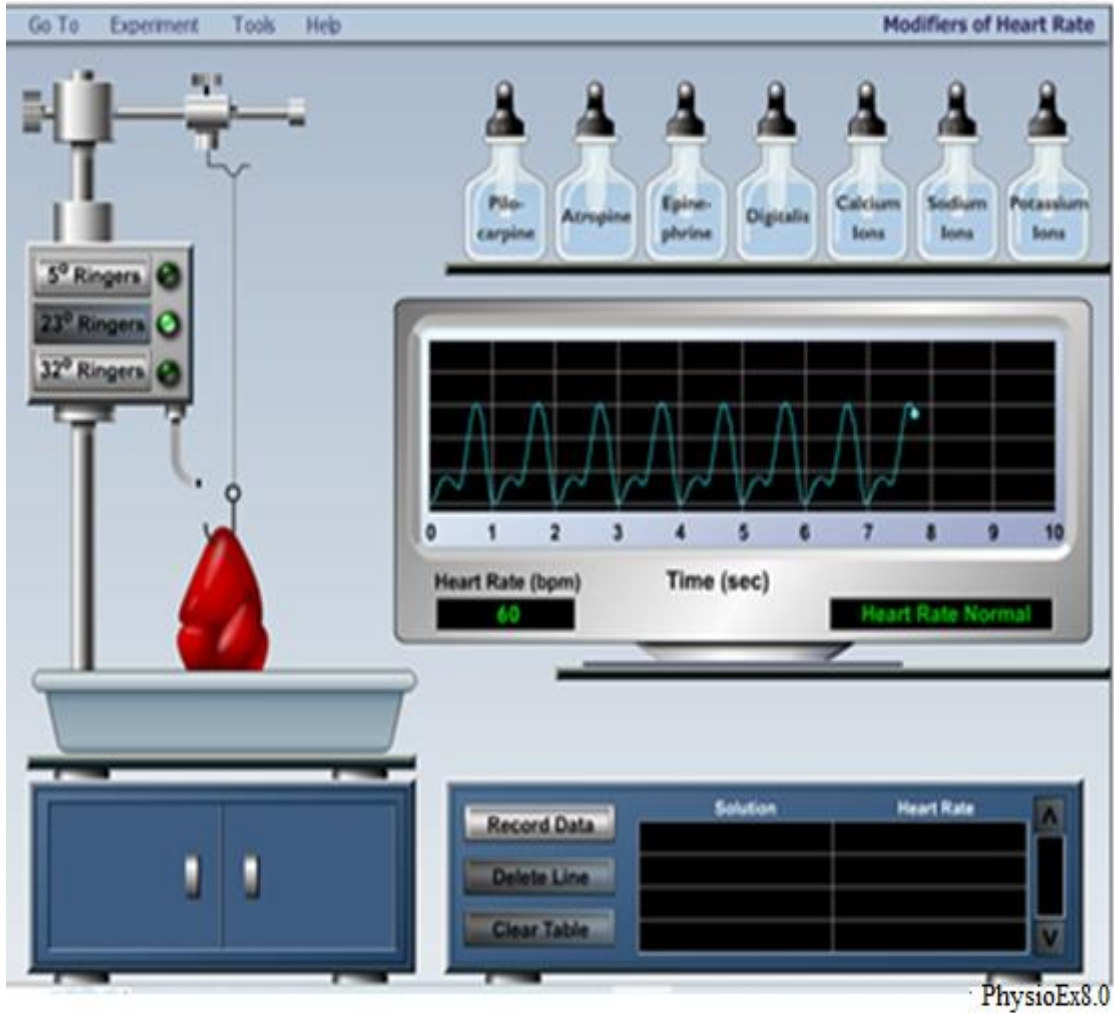
Simülasyonda, düzenli bir kalp atışı sağlanması için oda sıcaklığındaki (23°C) kurbağa Ringer çözeltisi sürekli olarak kalbe damlatılır ve kalbin canlılığı korunur. Normal bir döngüdeki mekanik aktivite, dışarıdan verilen bir elektriksel uyarı ile ventriküler ekstrasistol tetiklenirse arkasından kompanseatuvar bir duraklama gerçekleşir ve sonrasında önder odaktan çıkan uyarılar ile döngü tekrar normale döner



Şekil 66. Kurbağa kalbinin kasılma aktivitesinin kaydı. (a) Normal kalp atışı. (b) Bir ekstrasistolün indüklenmesi.

2. Fiziksel ve kimyasal parametrelerin kalp hızına etkisi

Kalp aktivitesi ayrıca çeşitli kimyasallar, hormonlar, iyonlar ve sıcaklık tarafından da değiştirilir. Bu faktörlerin bazıları ile fizyolojik sınırlarda olmayan bazı iyon konsantrasyonlarının etkileri, **Aktivite 4-9'da** incelenecektir.



Şekil 67. Kalp aktivitesine sıcaklık, kimyasallar, hormonlar ve iyonların etkileri

Çeşitli parametrelerin kalp üzerine etkileri

Bu deney düzeneğinde NaCl, KCl ve CaCl₂, pilokarpin, atropin, epinefrin solüsyonları kalbe damlatılarak, gelişen mekanik ve elektriksel yanıtlar kaydedilir.

Sodyumun etkisi: %0,7'lik NaCl eriyiği kullanıldığında KCl'e benzer etki görülür ve kısa süre sonra kalp diastolde durur.

Potasyumun etkisi: %1’lik KCl eriyiğinden 8-10 damla damlatılır. K^+ gevşetici olarak etkir. Uyarının iletilmesi ve atımlar yavaşlar, kasılma yeteneği azalır. Eriyiğin KCl yoğunluğu arttırıldığında atrio-ventriküler blok, aritmi ve fibrilasyon gelişerek 3-4 dk. sonra kalp diastolde durur.

Kalsiyumun Etkisi: Kalbe %0,02’lik $CaCl_2$ eriyiği damlatılır. Ca^{2+} ile kalp atımları hızlanır, kalp kontraksiyonu güçlenir ve diastol süresi giderek kısalarak 1-1,5 dk. sonra kalp sistolde durur.

Pilokarpin: Vücutta asetilkolin etkisini taklit eden, parasempatomimetik bir ilaçtır. Uygulandığında kalp atım sayısında azalmaya neden olur.

Atropin: Parasempatik sinir uçları tarafından salınan nörotransmitter asetilkolinin etkisini bloke eden bir ilaçtır. Uygulandığında kalp atım sayısında artışa neden olur

Epinefrin: Katekolaminerjik bir ajan olan epinefrin kalbin kasılma gücünü ve hızını β_1 reseptörleri aracılığı ile yapar. Uygulandığında kalp atım sayısında artışa neden olur

İn situ preparatlarda yapılan deneyde, her işlemten sonra kalbe Ringer Çözeltisi damlatılarak daha önce uygulanan solüsyonun etkisi giderilmelidir.

Yukarıda belirtilen uygulamalar sonucu alınan cevapların fizyolojik mekanizması da bu uygulama sırasında tartışılacaktır.

SOLUNUM SİSTEMİ

SPIROMETRİ

Amaç:

1. Normal akciğer volümleri ve hava akım hızlarının saptanması,
2. Pulmoner fonksiyonla ilgili klinik testlerin fizyolojik temelde anlaşılmasının sağlanması,

Araç ve gereç: Spirometre, spirometrik kayıt için tek kullanımlık ağızlık (spirometre için), burun kısılacı



Şekil 68. Spirometre ve çıktıları.

<https://elsa.web.tr/tr/urun/solunum-fonksiyon/spirometre/cosmed-pony-fx>

Statik ve Dinamik Testler

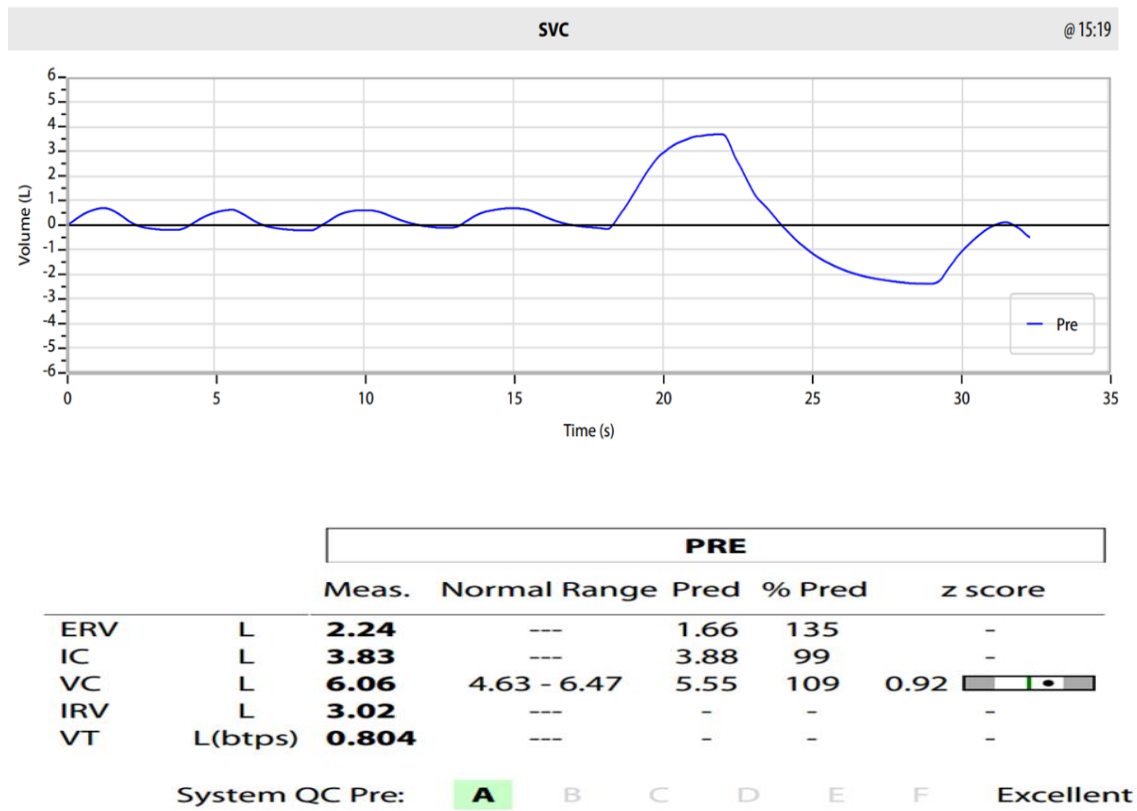
Statik testler, akciğer ve göğüs duvarının kompli(e?)yansını değerlendirir. Zamandan bağımsız olarak akciğer hacimlerini [Tidal Volüm(VT), Ekspirasyon Rezerv Volüm(ERV), İnspirasyon Rezerv Volüm(IRV)] ölçer ve kapasitelerini [Vital Kapasite(VC),İnspirasyon Kapasitesi(IC)] hesaplar. *Akciğer hacim ve kapasitelerindeki düşüş, restriktif akciğer hastalıklarını düşündürür.*

Dinamik testler ise havayolu direncini ölçer. Eforlu bir manevrayla zamana karşı oluşan hava akım hızlarını (1 sn.de Zorlu Ekspirasyon Volümü (FEV₁), Zorlu Vital Kapasite(FVC), FEV₁/FVC, Pik Ekspirasyon Akımı(PEF) değerlendirilerek; havayolu darlığıyla karakterize *obstrüktif hastalıkların tanısının konmasına, şiddetinin evrelenmesine ve ilaca verilen yanıtın değerlendirilmesini sağlar.*

Yöntem

a) Yavaş Vital Kapasite Testi Manevrası

1. Ağızlık dişler arasına yerleştirilir ve hava sızmayacak şekilde dudaklar ile sımsıkı kapatılır. Burun kısılacı burundan hava kaçmayacak şekilde yerleştirilir.
2. Teste normal soluk alıp verme ile başlanır ve tidal volüm kaydı alınır.
3. Normal ekspiryumun sonuna gelindiğinde deneğe derin bir inspiryum yapması söylenir.
4. İnspiryum tamamlanıp plato yaptığı gözlemlendikten sonra deneğe tüm nefesini vermesi söylenir.
5. Deneğin tüm havayı ekspire ettiği gözlemlendikten sonra test sonlandırılır.
6. Bu testte solunum manevraları zorlu eforla yapılmaz.

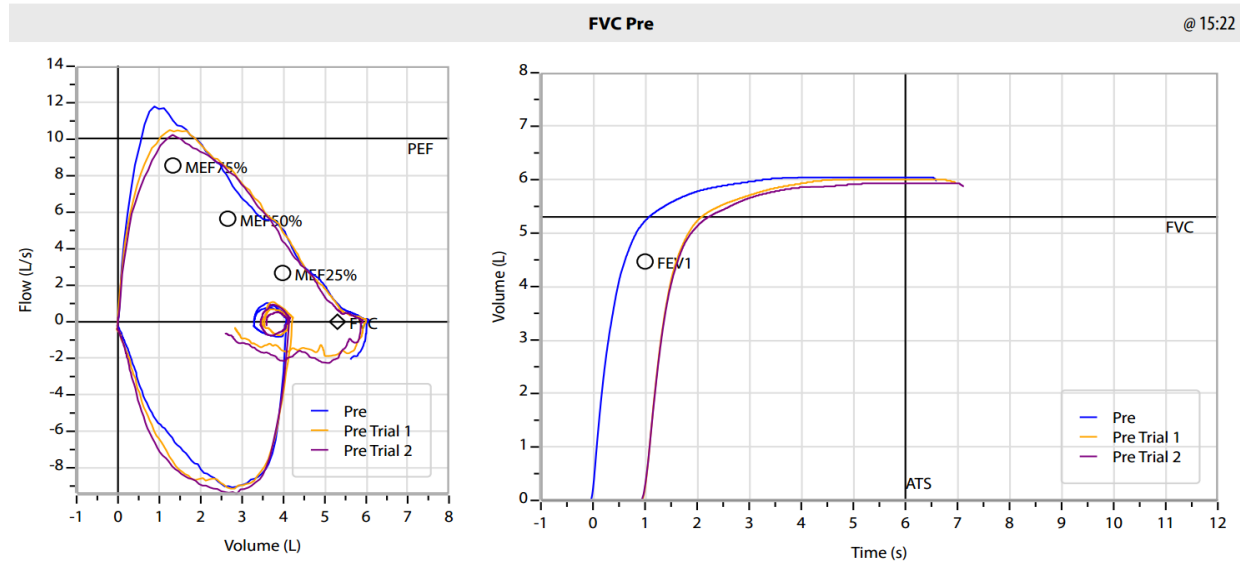


Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı Solunum Laboratuvarı

Şekil 69. Akciğer hacim-kapasiteleri örnek çıktısı.

b) Zorlu Vital Kapasite Testi Manevrası

1. Ağızlık dişler arasına yerleştirilir ve hava sızmayacak şekilde dudaklar ile sımsıkı kapatılır. Burun kısıpacı burundan hava kaçmayacak şekilde yerleştirilir.
2. Teste normal soluk alıp verme ile başlanır ve birkaç tidal volüm kaydı alınır.
3. Deneğe, maksimal eforla derin bir soluk alması söylenir (maksimum inspirasyon).
4. Maksimum inspirasyona erişildiğinde,
5. Deneğe maksimal eforla, güçlü ve hızla soluk vermesi söylenir (soluk verme en az 6 sn. devam etmelidir). Maksimum ekspirasyonla, çıkarabildiği tüm havanın boşaltılması sağlanır.

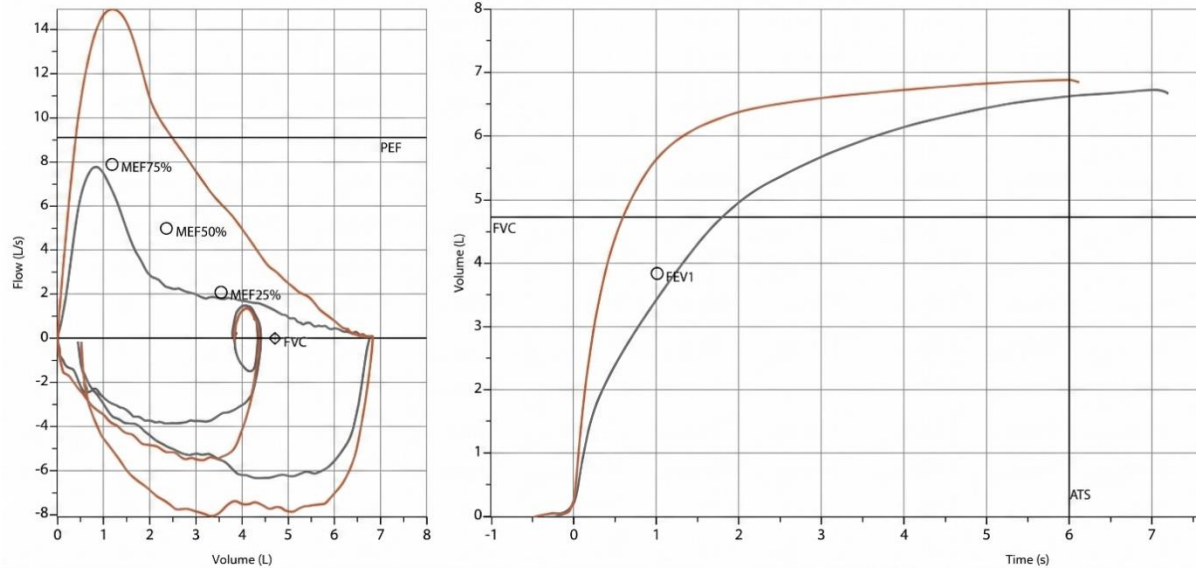


		Meas.	Normal Range	Pred	% Pred	z score	
FVC	L	6.09	4.30 - 6.31	5.30	115	1.29	
FEV1	L	5.26	3.63 - 5.31	4.47	118	1.55	
FEV1/FVC%	%	86.4	70.9 - 94.5	82.7	104	0.52	
PEF	L/s	11.80	8.06 - 12.04	10.05	117	1.45	
FEF25-75%	L/s	6.04	3.38 - 6.80	5.09	119	0.91	
MEF25%	L/s	2.84	1.39 - 3.96	2.67	106	0.21	
MEF50%	L/s	6.54	3.48 - 7.82	5.65	116	0.68	
MEF75%	L/s	10.54	5.75 - 11.37	8.56	123	1.15	
FEV6	L	0.00	4.65 - 6.48	5.57	0	-10.02	
FEV1/FEV6%	%	0.0	74.9 - 92.9	83.9	0	-15.39	
FEV1/VCmax%	%	86.4	70.9 - 94.5	82.7	104	0.52	

System QC Pre: **A** B C D E F Excellent

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı Solunum Laboratuvarı

Şekil 70. Dinamik test çıktıları (Örnek FVC test sonucu).



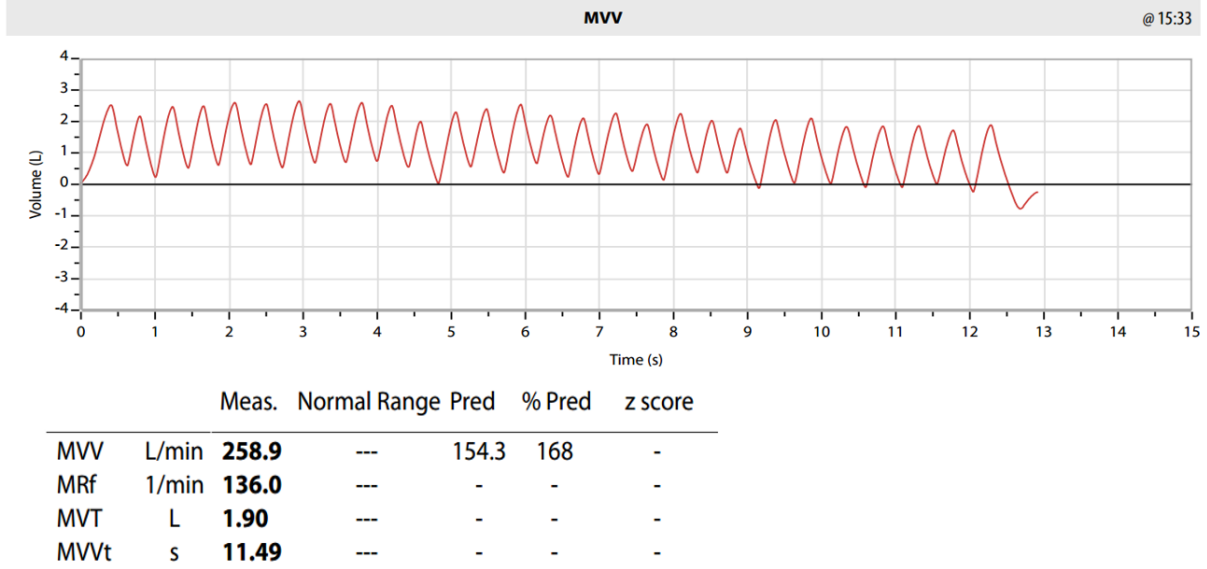
Accepted Trials										
		Pre				Post Salbutamol 400				
		Meas.	Normal Range	Pred	% Pred	z score	Meas.	Change	% Change	% Pred
FVC	L	6.79	3.71 - 5.72	4.72	144	3.40	6.89	0.10	2	146
FEV1	L	3.39	2.99 - 4.67	3.83	89	-0.86	5.61	2.22	66	147
FEV1/FVC%	%	49.9	67.1 - 90.7	78.9	63	-4.05	81.4	31.5	63	103
PEF	L/s	8.26	7.11 - 11.09	9.10	91	-0.70	14.95	6.69	81	164
FEV1/VC%	%	49.3	67.1 - 90.7	78.9	62	-4.13	82.6	33.3	68	105
FEV1/VCmax%	%	49.3	67.1 - 90.7	78.9	62	-4.13	81.4	32.1	65	103
FEF25-75%	L/s	1.83	2.46 - 5.89	4.18	44	-2.26	5.34	3.51	192	128
FET100%	s	7.0	---	-	-	-	6.0	-1.1	-15	-
VEXT	mL	221	---	-	-	-	288	67	30	-
MEF25%	L/s	0.94	0.83 - 3.39	2.11	45	-1.50	2.25	1.31	139	107
MEF50%	L/s	1.90	2.80 - 7.14	4.97	38	-2.33	6.35	4.45	235	128
MEF75%	L/s	3.84	5.10 - 10.73	7.91	49	-2.38	12.54	8.70	227	158
FEF50-75%	L/s	1.51	---	-	-	-	3.86	2.35	156	-
FEF25-50%	L/s	2.33	---	-	-	-	8.65	6.32	271	-

Şekil 71. Bronkodilatatör (Salbutamol) sonrası Zorlu Vital Kapasite (FVC) yanıtının değişimi (Sağdaki sütunlar değişimi göstermektedir)

c) Maksimal İstemli(Volenter) Ventilasyon Testi (MVV):

1. Ağızlık dişler arasına yerleştirilir ve hava sızmayacak şekilde dudaklar ile sımsıkı kapatılır. Burun kısıkaçı burundan hava kaçmayacak şekilde yerleştirilir.

2. Denekten 12 sn. boyunca maksimal efor ile inspirasyon ve ekspirasyon yapması istenir.



Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı Solunum Laboratuvarı

Şekil 72. Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV) testi çıktıları

Akciğer Volüm ve Kapasiteleri

1.Tidal Volüm (VT, soluk hacmi): Her normal soluktaki inspirasyon ve ekspirasyon hacmidir (500 ml).

2. İspirasyon Rezerv Volüm (IRV): Derin bir inspirasyonda normal soluk hacmine ek olarak alınabilen hava miktarıdır (3000 ml).

3. Ekspirasyon Rezerv Volüm (ERV): Normal bir ekspirasyondan sonra zorlu bir ekspirasyonla fazladan çıkarılan hava miktarıdır(1100 ml).

4. Rezidüel Volüm (RV): Maksimum zorlu bir ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava miktarıdır (1200 ml).

5. İspirasyon Kapasitesi (IC): TV+IRV. Normal bir ekspirasyondan sonra alınabilen maksimum hava miktarıdır.

6. Fonksiyonel Rezidüel Kapasite (FRC): $ERV+RV$. Normal bir ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava miktarıdır.

7. Vital Kapasite (VC): $IRV+TV+ERV$. Maksimum ekspirasyondan sonra maksimum inspirasyon ile alınan hava miktarıdır.

8. Akciğer Kapasitesi (TLC): $VC+RV$. Derin bir inspirasyondan sonra akciğerlerde bulunan en büyük hava miktarıdır.

Spirometrik analiz sonucu elde edilen traseden, aşağıdaki parametreler ölçülebilir/hesaplanabilir:

1. Vital kapasite (VC)
2. Tidal Volüm (VT)
3. İnspirasyon Rezerv Volüm (IRV)
4. Ekspirasyon Rezerv Volüm (ERV)
5. İnspirasyon Kapasitesi (IC)

Spirometre ile VC, ERV, TV, IRV ve IC saptanabildiği halde, rezidüel volüm ölçülemediğinden rezidüel volümün içinde olduğu iki akciğer kapasitesi (FRC, TLC) hesaplanamaz.

RV (Rezidüel volüm) maksimum bir ekspirasyon sonunda akciğerlerde kalan hava hacmidir. RV'nin, vital kapasitenin %20-25'i olduğunu düşünerek:

1. Fonksiyonel rezidüel kapasiteyi (FRC) hesaplayınız.
2. Total Akciğer Kapasitesini (TLC) hesaplayınız.

Bu trase yardımıyla hesaplanabilecek hava akım indeksleri:

1. Maksimum Akım Hızı (MFR),
2. Bir sn.deki zorlu ekspirasyon volümü (FEV_1)
3. 0,5 sn.deki zorlu ekspirasyon volümü ($FEV_{0.5}$)
4. Vital kapasitenin %25 ile %75'i arasındaki zorlu ekspirasyon akımı (FEF_{25-75}).

Bir sn.de ekspire edilen hacim (FEV_1),ekspire edilen total hacimden (VC) etkilenir mi? Yani, hava akım hızları akciğerlerin genişliğine bağlı mıdır? Akım hızlarını, total hacmin bir fraksiyonu olarak ifade ediniz; bu amaçla:

1. FEV₁'in VC'ye olan oranını hesaplayınız (normal değeri yaklaşık 0,84).

2. FEV_{0,5}'in VC'ye olan oranını hesaplayınız (normal değeri yaklaşık 0,68).

Kendi spirometrik kaydınızı birkaç arkadaşınıza ait olan ile karşılaştırınız.

Farklılık gözleniyor mu?

SOLUNUM SİSTEMİNİN FİZİKSEL İNCELENMESİ

Araç: Stetoskop

a) İnspeksiyon: Göğsün düzgün ve simetrik olup olmadığı, her iki göğüs kafesinin aynı ölçüde solunum hareketlerine katılıp, katılmadığı gözle incelenir.

b) Palpasyon ve Ekspansiyon: **Palpasyonda**, göğüste vibrasyon torasik incelenir. Vibrasyon torasik, yüksek sesle konuşma sırasında ses tellerinin titreşiminin trake ve bronşlarda hava aracılığıyla göğüs çeperine iletilmesinden meydana gelir. İnceleme sırasında deneğin yüksek sesle, ses tellerinde güçlü titreşime neden olan bir sözcüğü (kırk, kırk bir gibi) tekrarlanması istenir; bu sırada her iki el ayası, simetrik olarak sırt üzerinde, karşılıklı göğüs çeperine konur ve titreşim incelenir (yukarıdan aşağıya doğru). Bazı patolojik koşullarda vibrasyon torasik artabilir veya azalabilir.



Şekil 73. Fiziksel incelemede palpasyon.

Ekspansiyon ise her iki hemitoraksın eşit ve yeterli miktarda genişleyip genişlemediğini test eden fizik muayene yöntemidir.



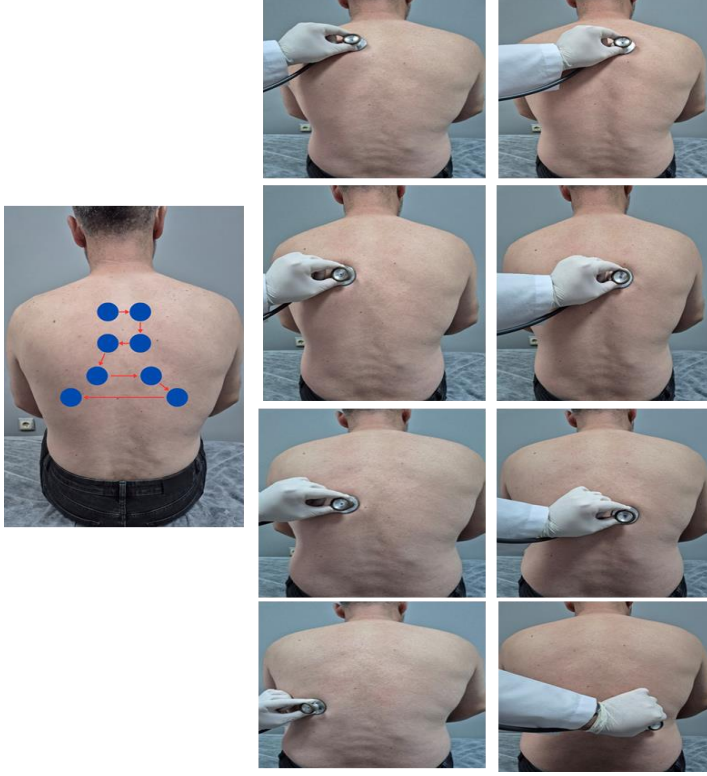
Şekil 74. Fiziksel Muayenede Ekspansiyon

c) Perküsyon: İncelemeyi yapan kişi sol el ayasını deneğin sırtına koyar ve bu elin orta parmağını iki kosta arasındaki yerleştirerek; sağ elinin bir parmağı ya da üç parmağı ile sol el orta parmağı üzerine vurur. Perküsyon sırtta yukarıdan aşağıya doğru interkostal aralıklardan yapılır. **Skapula ve kostalar üzerinden perküsyon yapılmaz.** Akciğerin perküsyonu sırasında yüksek genlikte, “**sonor**” bir ses gelişir; hava içermeyen dokuların (örneğin karaciğer) perküsyonunda ise “**mat**” bir ses meydana gelir. Mide ve barsak gibi lümenli organların perküsyonu sırasında yüksek frekanslı “**timpanik**” ses duyulur. Perküsyon sırasında kişiye derin bir soluk aldırıp tutturularak, özellikle kosto-diyafragmatik sinusların inspirasyon sırasında açılıp açılmadıkları kontrol edilmelidir. Normalde inspirasyon sırasında akciğerlerin alt sınırları kosto-diyafragmatik sinuslara doğru indiğinden, bu bölgelerde perküsyonla “sonor” ses alınır. Patolojik koşullarda akciğerlerin sonoritesi ve sinusların açılması bozulabilir.



Şekil 75. Fiziksel incelemede perküsyon.

d) Oskültasyon: İnceleme göğüs duvarının stetoskopun diyafram kısmıyla akciğer seslerinin dinlenmesi esasına dayanan bir fizik inceleme yöntemidir. Oskültasyon sırasında iki akciğerin simetrik olarak incelenmesi ve duyulan seslerin birbiriyle karşılaştırılması gerekir.



Şekil 76. Akciğer oskültasyonu

Normal Solunum Sesleri

1. Glottik (bronşial) ses: Havanın larenksten ve büyük hava yollarından geçerken oluşturduğu sestir. Trakeaya yakın bölgelerde (orta hatta) duyulur. Şiddetli ve kaba seslerdir.

2. Veziküler ses: Havanın alveollere girmesi ile oluşan sestir. Trakea ve bronşlardan uzak bölgelerde, akciğer bazali ve periferinde duyulur. Yumuşak ve hafif seslerdir.

Patolojik Solunum Sesleri

Hava yollarının çeşitli nedenlerle daralması ya da obstrüksiyonu, oskültasyon sırasında anormal solunum seslerinin duyulmasına neden olur.

- 1. Stridor:** Yukarı hava yolları (larenks veya trakea) üzerinde duyulan yüksek tınıda, ısıklık karakterlerindeki inspiratuar ve ekspiratuar ses. Bu yapılardaki belirgin daralmaya bağlı olarak gelişir (Erişkinde larenks ödemi, kord paralizisi, larenks tümörü ya da trakeal stenoz sonucunda).

2. Ronkus: Büyük hava yollarından (alt trakea ve majör bronş) kaynaklanan düşük tınıdaki tırmalayıcı karakterde sonör ses.

3. Wheezing: Küçük hava yollarından (periferik bronşlar ve bronşoller) kaynaklanan yüksek tınıdaki, müzikal ses. Daha proksimaldeki hava yollarının belirgin daralması sonucunda da gelişebilir. Ronküsler ve wheezing hem inspirasyon, hem de ekspirasyon sırasında duyulabilmekle beraber; ekspirasyon sırasında daha belirgindirler. Bu sesler daralmış hava yolundan havanın akımı sırasında gelişirler. Lümenal daralmaya sekresyonlar, hava yolu düz kasının kontraksiyonu, mukozal ödem, tümörler ve yabancı cisimler neden olabilir. Wheezing her zaman bir hastalığın belirleyicisi değildir. Sağlıklı kişilerde maksimum zorlu bir ekspirasyon sırasında; akciğer hacmi rezidüel volüme doğru yaklaştıkça, trakeadaki kompresyon belirginleşerek trakeal kesit alanı minimum düzeye iner ve wheezing gelişebilir.

4. Raller: Yaygın sürekli olmayan, patolojik seslerdir. Trakeobronşial yapının her kesiminden veya alveoler düzeyden kaynaklanabilir. Hava yollarındaki sıvı birikiminin ya da terminal hava yollarındaki açılmanın (baziler ateletazi) belirleyicisidir. ”İnce raller” ve “kaba raller” şeklinde sınıflandırılabilirler.

İnce raller (krepitan raller) karda yürürken işitilen seslere benzerler; **kaba raller** ise göreceli olarak daha şiddetlidir.

İnce raller (krepitan raller) sıklıkla periferik hava yolları veya alveollerden kaynaklanırken kaba raller; trakea veya santral bronşlardan kaynaklanırlar. Raller, solunumun tek veya her iki fazında da duyulabilirler; kaba raller sıklıkla inspirasyon ve ekspirasyon sırasında, ince raller ise inspirasyon sırasında veya inspirasyon sonuna doğru duyulurlar.

Akciğer sesleri oynatma listesi:

1. <https://www.youtube.com/playlist?list=PllKSXV1ibO86qgE2y9cMqNFmh6lfOa8RM>

Normal Solunum: <https://www.youtube.com/watch?v=xnummeDWrw&list=PllKSXV1ibO86qgE2y9cMqNFmh6lfOa8RM&index=1>

Ral: <https://www.youtube.com/watch?v=z4Fu1udzrTw&list=PllKSXV1ibO86qgE2y9cMqNFmh6lfOa8RM&index=4>

Ronküs: <https://www.youtube.com/watch?v=nokZ5sNt3fA&list=PllKSXV1ibO86qgE2y9cMqNFmh6lfOa8RM&index=9>

Wheezing: <https://www.youtube.com/watch?v=sszEaJ1selg&list=PllKSXV1ibO86qgE2y9cMqNFmh6lfOa8RM&index=13>

Stridor: <https://www.youtube.com/watch?v=gYhGIFQcCnU&list=PllKSXV1ibO86qgE2y9cMqNFmh6lfOa8RM&index=10>

RENAL FİZYOLOJİ VE ASİT-BAZ DENGESİ

RENAL FİZYOLOJİ

Giriş: Bu rehber, böbreklerin kanı filtreleme, vücut sıvı dengesini koruma ve atık ürünleri uzaklaştırma mekanizmalarını bir bilgisayar simülasyonu üzerinden incelemeniz için hazırlanmıştır. Uygulama sırasında nefronun işleyişini, arteriyol çaplarındaki değişimlerin filtrasyona etkisini ve hormonların idrar konsantrasyonu üzerindeki rollerini dinamik olarak gözlemleyeceksiniz.

Öğrenim Hedefleri

Nefronun anatomik bölümlerini ve her bölümün temel fonksiyonunu tanımlamak.

Glomerüler filtrasyon hızı (GFR) üzerindeki basınç ve direnç faktörlerini açıklamak.

Renal otoregülasyon mekanizmasının işleyişini kavramak.

Glikoz geri emilimindeki taşıma maksimumu (T_m) kavramını anlamak.

ADH ve aldosteronun idrar hacmi ve yoğunluğu üzerindeki etkilerini analiz etmek.

Uygulama Öncesi Temel Teorik Bilgi

Nefronun Yapısı: Her böbrek yaklaşık bir milyon nefrondan oluşur. Nefron, kanın filtrelendiği **glomerulus** (kılcal damar yumağı) ve süzüntünün işlendiği **renal tübülden** (proksimal tübül, Henle kulpu, distal tübül ve toplayıcı kanal) meydana gelir.

Temel Fonksiyonlar: İdrar oluşumu üç aşamadan geçer: **Filtrasyon** (pasif süzülme), **tübüler geri emilim** (yararlı maddelerin kana dönüşü) ve **tübüler sekresyon** (atıkların tübüle salgılanması).

Glomerüler Dinamikler: Filtrasyon, afferent arteriyol ile gelen kanın oluşturduğu hidrostatik basınçla gerçekleşir. Afferent arteriyolün genişlemesi veya efferent arteriyolün daralması glomerüler basıncı ve dolayısıyla GFR'yi artırır.

Otoregülasyon: Arter kan basıncı 80-170 mmHg arasında değişse bile böbrekler, afferent arteriyol direncini değiştirerek (miyojenik mekanizma ve tübüloglomerüler geri bildirim) GFR'yi sabit tutar.

Glikoz Taşması: Glikoz proksimal tübülde SGLT (Na-Glukoz Taşıyıcısı) taşıyıcıları ile geri emilir. Taşıyıcılar doygunluğa ulaştığında (**Taşıma Maksimumu, $T_m \approx 375 \text{ mg/dk.}$**), glikoz idrarda görülmeye başlar (eşik plazma değeri $\approx 200 \text{ mg/dl}$).

Medüller Gradyan ve Hormonlar: Henle kulpu, böbrek medullasında yüksek bir ozmotik yoğunluk (1200-1400 mOsm) oluşturur. Antidiüretik hormon(**ADH**), toplama kanallarının suya geçirgenliğini artırarak suyun geri emilmesini ve idrarın yoğunlaşmasını sağlar. **Aldosteron** ise sodyum geri emilimini ve potasyum salgılanmasını artırır.

Simülasyonda İzlenecek Basamaklar

Afferent ve Efferent Çap Değişimi: Arteriyol yarıçapları değiştirilerek glomerüler basınç ve GFR izlenir.

Tablo 10. Renal arteriyol yarıçapları ve sistemik kan basıncındaki değişikliklerin GFR ve renal atılım üzerindeki etkileri

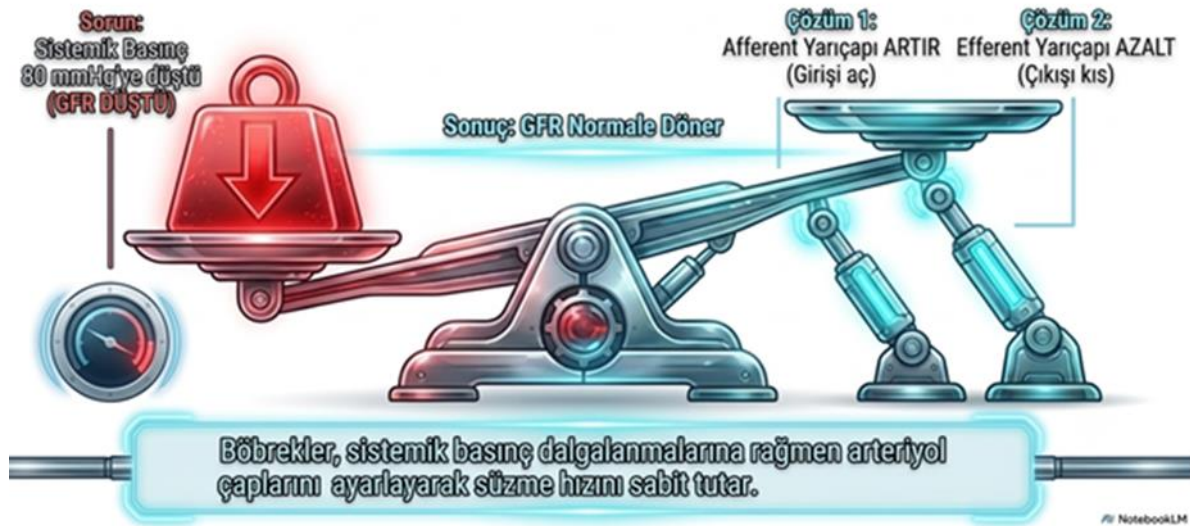
Fizyolojik Müdahale	Glomerüler Basınç	GFR	İdrar Hacmi	Fizyolojik Neden
Afferent Yarıçap Artışı (Genişleme)	↑ Artar	↑ Artar	↑ Artar	Glomerüle giren kan hacminin artışı
Efferent Yarıçap Azalışı (Daralma)	↑ Artar	↑ Artar	↑ Artar	Eferent arteriyol direnç artışı + glomerülde kanın göllenmesi
Sistemik Kan Basıncı Artışı	↑ Artar	↑ Artar	↑ Artar	Glomerüler kapilerde hidrostatik basınç artışı

Basınç Değişimi: Sistemik kan basıncı artırılarak filtrasyon hızı üzerindeki etkisi kaydedilir.



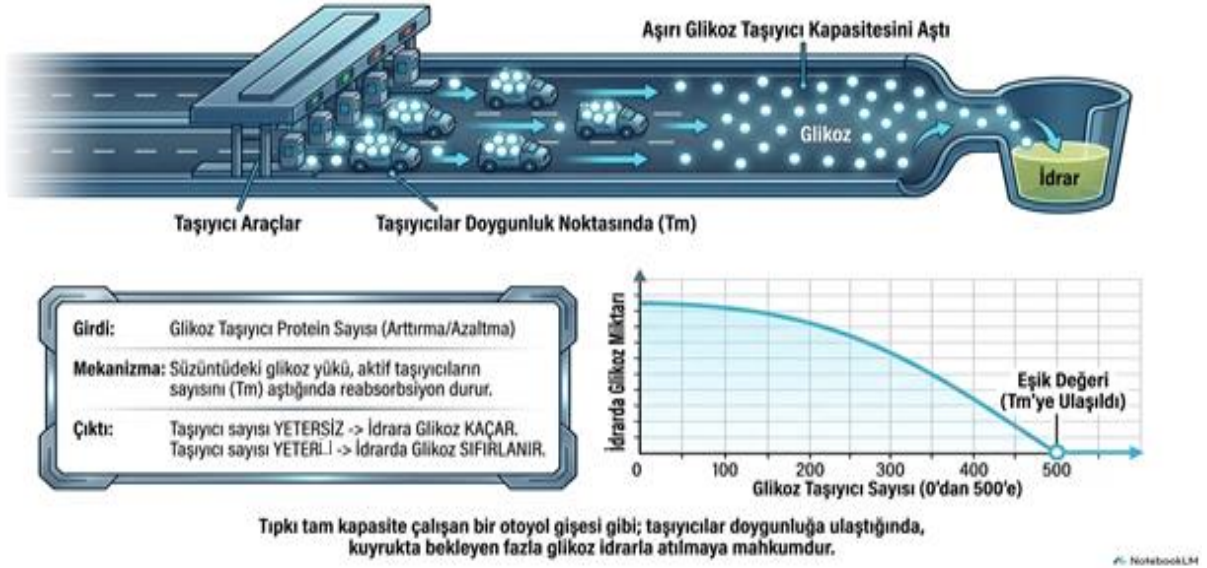
Şekil 77. Sistemik kan basıncı değişikliklerinin GFR üzerindeki etkisinin mekanizması

Renal Otoregülasyon Simülasyonu: Düşük kan basıncında GFR'yi normale döndürmek için arteriyol çaplarında yapılması gereken ayarlamalar denenir.



Şekil 78. Renal otoregülasyon kapsamında GFR'deki değişikliklerin renal arteriyoller direnç üzerindeki etkiyle tamponlanması

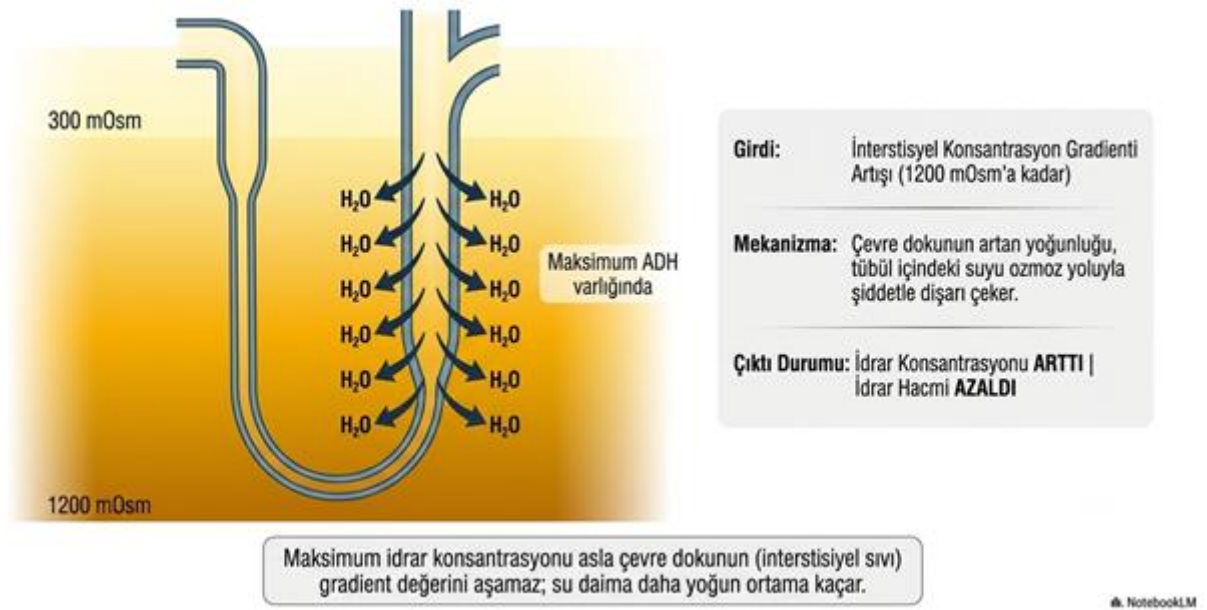
Glikoz Gradyanı ve T_m: Tübüldeki glikoz taşıyıcı sayısı artırılarak idrardaki glikoz konsantrasyonu ölçülür.



Şekil 79. Glikoz için transport maksimum düzeyi proksimal tübüldeki glikoz taşıyıcı sayısına bağlıdır.

Taşıyıcılarla taşınan glikoz molekülleri kana geri emilirken, taşınamayanlar idrarla atılır.

Hormon Uygulaması: Sisteme ADH ve Aldosteron eklenerek idrar hacmi ve potasyum konsantrasyonu değişimleri gözlenir.



Şekil 80. İdrar konsantrasyonunun medüller ozmotik gradyan ile olan ilişkisi.

Beklenen Gözlem ve Fizyolojik Yorum

Gözlem 1: Afferent arteriyol çapı arttığında GFR artar.

Yorum: Afferent direnç azalınca glomerüler hidrostatik basınç yükselir.

Gözlem 2: Kan basıncı düştüğünde GFR azalır.

Yorum: Filtrasyonu sağlayan temel itici güç hidrostatik basınçtır.

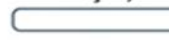
Gözlem 3: Taşıyıcı sayısı yetersiz olduğunda idrarda glikoz çıkar.

Yorum: Glikoz geri emilimi taşıyıcı kapasitesiyle sınırlı bir aktif taşıma sürecidir.

Gözlem 4: ADH eklendiğinde idrar hacmi azalır, konsantrasyonu artar.

Yorum: ADH, distal tubül ve toplama kanalında su kanal sayılarını (Akuaporin-2) arttırarak suyun geri emilmesini sağlar.

Tablo 11. Hormonların idrar solüt konsantrasyonu, idrar hacmi ve potasyum konsantrasyonu üzerindeki etkileri

Parametre	Baseline (Temel)	Sadece Aldosteron	Sadece ADH	Aldosteron + ADH
İdrar Hacmi	Normal 	Hafif Düşüş 	Dramatik Düşüş 	Minimum (En Düşük) 
İdrar Konsantrasyonu	Normal 	Hafif Artış 	Maksimum Artış 	Maksimum Artış 
İdrar Potasyum (K+) Atılımı	Normal 	Yüksek 	Normal/Hafif Artış 	Zirve (En Yüksek) 

Klinik Bağlantılar

Glikozüri: Kontrolsüz diyabette kan glikozunun Tm değerini aşması sonucu idrarda şeker görülür; bu durum ozmotik diüreze yol açarak sıvı kaybına neden olur.

Dehidratasyon: Su kısıtlamasında ADH salgısı artar, böbrekler medüller ozmotik gradyantı kullanarak idrarı maksimum düzeyde (1200 mOsm) yoğunlaştırır ve su tasarrufu yapar.

Diabetes Insipidus: ADH eksikliği veya böbreğin ADH'a yanıtıslılığı durumunda çok miktarda dilüe (seyreltik) idrar atılır ve şiddetli susuzluk (polidipsi) gelişir.

Uygulama Öncesi Tekrar Soruları

1. Nefronun hangi bölümü "dilüsyon (seyreltme) segmenti" olarak bilinir?
2. Afferent arteriyolün daralması GFR'yi nasıl etkiler?
3. Glomerüler filtrasyon için gereken ana itici güç nedir?
4. Glikozun idrarda görülmeye başladığı plazma konsantrasyon eşiği yaklaşık kaçtır?
5. Böbrek medullasındaki yüksek ozmolaritenin temel amacı nedir?
6. ADH hangi reseptör ve kanal üzerinden suyun geri emilimini sağlar?
7. Aldosteronun distal tübüldeki ana etkisi nedir?
8. Kan basıncı 100'den 120 mmHg'ye çıktığında GFR neden 10 katına çıkmaz?
9. İdrarın yoğunlaştırılması sürecinde ürenin rolü nedir?

Özet

Böbrekler, nefronlardaki basınç farklarını ve hormonal sinyalleri kullanarak vücut homeostazını sağlar. Filtrasyon hızı arteriyol dirençleriyle ayarlanırken, geri emilim süreçleri taşıyıcı proteinlerin kapasitesi ve ADH gibi hormonların tübül geçirgenliğini değiştirmesiyle kontrol edilir.

* Öğrencilerimiz pratik sırasında renal sistem simülasyonunda verileri formlara kaydedip, yorumlayacaklardır.

ASİT-BAZ DENGESİ ve BOZUKLUKLARI

Giriş: Amaç ve Klinik Önem

Vücut homeostazisinin sürdürülebilirliği, iç ortamdaki hidrojen iyonu (H^+) konsantrasyonunun son derece dar bir aralıkta (pH 7,35-7,45) tutulmasına bağlıdır. Bu hassasiyetin nedeni, hücresel metabolizmayı yöneten enzim sistemlerinin konformasyonel yapılarının ve fonksiyonel kapasitelerinin H^+ değişimlerine karşı aşırı duyarlı olmasıdır.

Bu aralıktan sapmalar, basit bir biyokimyasal aksaklıktan öte; kardiyak aritmiler, nörolojik disfonksiyon ve sonuçta multiorgan yetmezliği ile sonuçlanan dramatik klinik tablolar doğurur.

Bu laboratuvar uygulamasının temel amacı, teorik bilgilerinizi klinik bir muhakeme sürecine dönüştürmektir. Özellikle acil servis ve yoğun bakım gibi kritik birimlerde, hastanın yaşamı ile ölümü arasındaki çizgi çoğu zaman bir "Arter Kan Gazı" (AKG) analizindeki doğru yorumda gizlidir. Sizlerden beklentimiz, rakamları sadece birer veri olarak değil, hastanın patofizyolojik mekanizmalarının birer bileşeni olarak değerlendirmenizdir.

Klinik pratikle kurulan bu köprünün temelini anlamak için, asit-baz fizyolojisinin teorik çerçevesine göz atmalıyız.

Öğrenim Hedefleri

Bu uygulama sonunda şu yetkinliklere sahip olmanız hedeflenmektedir:

1. H^+ konsantrasyonu ve pH arasındaki logaritmik ilişkiyi açıklayabilmek.
2. Henderson-Hasselbalch denklemi üzerinden 20:1 oranının pH üzerindeki etkisini kavrayabilmek.
3. Solunumsal ve renal kompensasyon mekanizmalarının zaman farklarını tanımlayabilmek.
4. Her türlü asit-baz bozukluğunu kompanse edici yanıtlarıyla birlikte anlayabilmek.

Kısa Teorik Bilgi: Homeostazisin Temelleri

Asit-baz dengesini anlamak için önce neden logaritmik bir ölçek (pH) kullandığımızı kavramalıyız.

Logaritmik Ölçek ve Duyarlılık: Vücut sıvılarında sodyum (Na^+) konsantrasyonu yaklaşık 142 mEq/l iken, H^+ konsantrasyonu sadece 0.00004 mEq/l (40 nM/l) düzeyindedir. Yani sodyum, hidrojenden yaklaşık **3.5 milyon kat** daha fazladır. Bu kadar düşük bir konsantrasyonun milyonda bir oranındaki değişimleri bile hayati önem taşıdığından, bu değerleri daha yönetilebilir kılmak için $pH = -\log[H^+]$ formülü kullanılır.

İzohidrik Prensip: Vücutta birçok tampon sistemi (Bikarbonat, protein, fosfat) aynı anda çalışır. Bu sistemler bir denge halindedir; bu duruma "İzohidrik Prensip" denir. Bu prensip sayesinde, sadece Bikarbonat sistemini analiz ederek vücuttaki tüm tampon sistemlerinin durumu hakkında fikir sahibi olabiliriz.

Savunma Hatlarının Zamanlaması:

Kimyasal Tamponlar: Saniyeler içinde yanıt verir (En hızlı ama kapasitesi sınırlı).

Solunum Sistemi: Dakikalar içinde CO₂ eliminasyonu ile yanıt verir (Hızlı fizyolojik yanıt).

Böbrekler: Saatler veya günler içinde H⁺ sekresyonu ve yeni HCO₃⁻ üretimi yapar (En yavaş ama en güçlü savunma hattı).

Henderson-Hasselbach ve Altın Oran (20:1):

$$\text{pH} = 6.1 + \log \left[\frac{[\text{HCO}_3^-]}{0.03 \times \text{pCO}_2} \right]$$

Buradaki en önemli özellik şudur: pH'ın 7,40'ta kalması için [HCO₃⁻] ile P_aCO₂ arasındaki oranın **20:1** olması gerekir. Bu oran korunduğu sürece mutlak değerler değişse bile pH dengede kalacaktır.

Kan Örneği alımı ve Ölçümünde Dikkat Edilecek Hususlar

Arter Kan Gazı (AKG) analizi asit-baz durumunu değerlendirmede altın standarttır, ancak sonuçların doğruluğu tamamen pre-analitik sürece bağlıdır.

Arter Seçimi ve Derinlik:

Radyal Arter: En sık tercih edilendir, yüzeyseldir (derinin 0,5-1 cm altında).

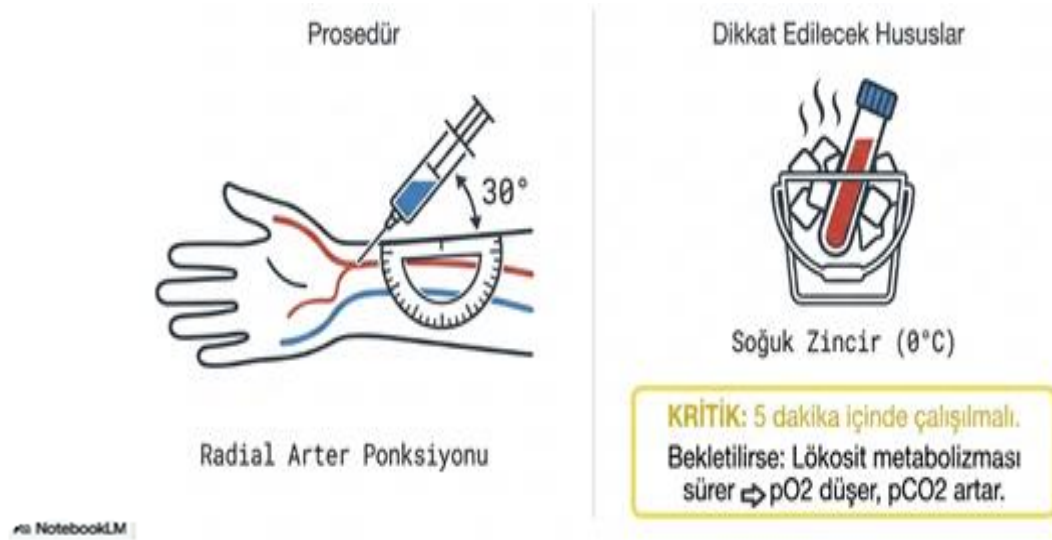
Brakiyal Arter: Daha derindedir (0,5-1,5 cm).

Femoral Arter: En derindir (2-4 cm), enfeksiyon riski daha yüksektir.

Teknik Not: Örnekleme sırasında enjektörün deri yüzeyine **30 derecelik açı** ile tutulması, artere giriş başarısını artırır.

Pre-analitik Fizyolojik Tuzaklar:

Buz Banyosu Şartı: Kan örneği alındıktan sonra mutlaka buz içinde (0°C) saklanmalıdır. Oda sıcaklığında bekletilirse, örnekteki **lökosit (WBC) metabolizması** devam eder. lökositler oksijen tüketip, karbondioksit ve laktat üretirler; bu da "psödo-asidoz" (yalancı düşük pH, yüksek P_aCO₂) tablosuna yol açar.



Şekil 81. Arteriyel kan gazı tayini için arteriyel kan alma tekniği ve dikkat edilecek hususlar.

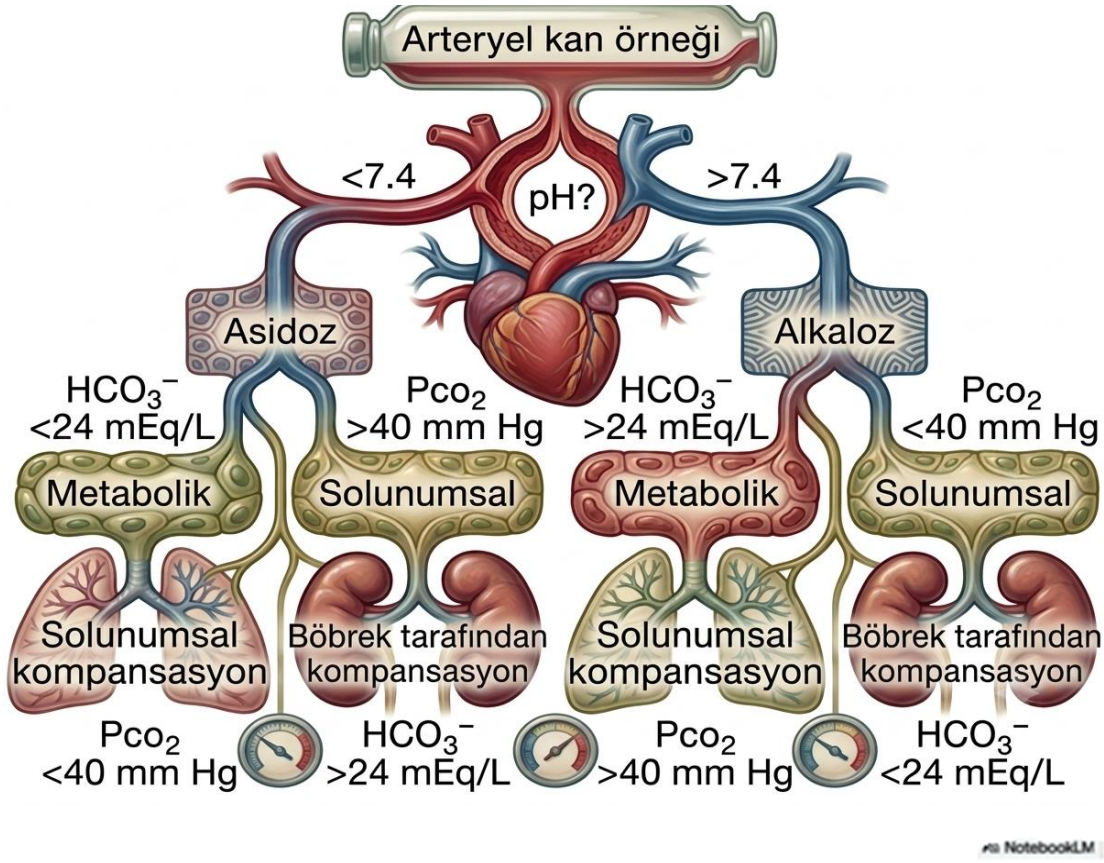
Tablo 12. Asit-baz dengesinin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerin farklı vücut sıvılarındaki düzeyleri.

Parametre	Arteriyel Kan (Normal)	Venöz Kan (Normal)	Hücre İçi Sıvı
pH	7,35 – 7,45	~7,35	6,0 – 7,4
P _a CO ₂	35 – 45 mmHg	~45 mmHg	Daha yüksek
HCO ₃ ⁻	22 – 26 mEq/l	~24-27 mEq/l	Değişken

Asit-Baz Bozuklukları: Patofizyolojik Sınıflandırma

Metabolik Bozukluklar: Primer sorun [HCO₃⁻] düzeyindedir.

Respiratuvar Bozukluklar: Primer sorun P_aCO₂ (ventilasyon) düzeyindedir.



Şekil 82. Metabolik ve solunumsal asit baz bozukluklarının akut ve kompensasyon dönemlerinde pCO₂ ve HCO₃⁻ düzeyleri

Anyon Açığı (Anion Gap) ve Klinik Ayırıcı Tanı: Metabolik asidoz durumunda mutlaka Anyon Açığı hesaplanmalıdır: $AA = Na^+ - [Cl^- + HCO_3^-]$. Normal aralık 8-16 mEq/l'dir. Anyon açığının artması, plazmada ölçülemeyen anyonların (laktat, ketoasitler, sülfatlar vb.) biriktiğini gösterir.

Yüksek Anyon Açıklı Nedenler: Diyabetik ketoasidoz, laktik asidoz, salisilat (Aspirin) zehirlenmesi, metanol zehirlenmesi ve kronik böbrek yetmezliği.

Baz Fazlası (Base Excess - BE): Asit-baz bozukluklarının metabolik bileşenini, solunumsal etkilerden (pCO₂) bağımsız bir şekilde değerlendirmek için kullanılan önemli bir göstergedir. BE, 37°C sıcaklık ve 40 mmHg pCO₂ gibi standart koşullarda, kan örneğinin pH'ını tekrar 7.40'a döndürmek için eklenmesi gereken asit veya baz miktarını temsil eder. Normal değeri ± 2.5 mEq/L aralığındadır; pozitif (+) değerler bir baz fazlalığını (alkaloz), negatif (-) değerler ise baz açığını (asidoz) işaret eder. "Standart Baz Fazlası" (SBE) ise, sadece tam kanın değil, tüm hücre dışı sıvının tamponlama kapasitesini yansıtmak amacıyla hemoglobin değeri 50 g/L (anemik kan) kabul edilerek hesaplanan daha kapsamlı bir parametredir.

Klinik Örnekler: Uygulamalı Analiz

Örnek 1:

Değerler: pH: 7,22 (Düşük), HCO_3^- : 12 mEq/l (Düşük), PaCO_2 : 28 mmHg (Düşük).

Analiz: pH düşük (asidemi). pH ile aynı yöne sapan $[\text{HCO}_3^-]$ primer bozukluğun metabolik olduğunu gösterir. PaCO_2 'nin düşmesi akciğerlerin yanıt verdiğini gösterir; ancak pH henüz normal aralığa (7,35-7,45) dönmediği için bu durum **Kısmi Kompanse** olarak adlandırılır.

Sonuç: Metabolik Asidoz - Kısmi Kompanse

Örnek 2:

Değerler: pH: 7,55 (Yüksek), PaCO_2 : 27 mmHg (Düşük), HCO_3^- : 24 mEq/l (Normal).

Analiz: pH yüksek (alkalemi). PaCO_2 düşük (primer neden solunumsal). $[\text{HCO}_3^-]$ henüz değişmemiş, yani böbrekler kompanse edici yanıtı henüz oluşturmamıştır. Bu durum **Dekompanse** bir tablodur.

Sonuç: Respiratuvar Alkaloz - Dekompanse

Bir kan gazını analiz ederken şu hiyerarşiyi izleyin:

1. Adım (pH): pH < 7,40 ise **Asidemi**, pH > 7,40 ise **Alkalemi**.

2. Adım (Primer Parametre): "ROME" Kuralı (Respiratory Opposite, Metabolic Equal).

Eğer pH ile parametre (HCO_3^- veya PaCO_2) **aynı yönde** değişiyorsa olay **Metaboliktir**.

Eğer pH ile PaCO_2 **ters yönde** değişiyorsa olay **Respiratuvardır**.

3. Adım (Kompansasyon): Karşı sistem, pH'ı düzeltmek için beklenen yönde hareket etmiş mi?

4. Adım (Klinik Korelasyon): Bulgular hastanın hikayesiyle (Diyare \ HCO_3^- kaybı, KOAH \ CO_2 birikimi) örtüşüyor mu?

Tablo 13. Kısa Yorum Şablonu

Parametre	Ölçülen Değer	Durum (Düşük/Yüksek/Normal)
pH		
PaCO_2		
HCO_3^-		

Anyon Açığı		
Baz Fazlası(BE)		

Primer Tanı:

Kompansasyon Seviyesi (Dekompanse / Kısmi / Tam):

Sık Yapılan Hatalar

"Normal pH" Tuzağı: pH'ın 7,35-7,45 aralığında olması her zaman sağlıklı bir asit-baz dengesi olduğu anlamına gelmez. **Tam kompanse** olmuş ağır bir bozukluk veya birbirini nötrleyen **miks tip** (hem metabolik hem solunumsal) bir bozukluk olabilir. Kan gazında "normal pH" gördüğünüzde mutlaka P_aCO_2 ve HCO_3^- değerlerinin de normal olup olmadığını kontrol edin.

Venöz Örnek Yanılgısı: Yanlışlıkla arter yerine venöz kan alınması durumunda pH'ın fizyolojik olarak daha düşük (7,35) ve P_aCO_2 'nin daha yüksek olacağını unutmayın.

Kısa Özet

ALTIN KURAL: pH yönü asidemi/alkalemiyi, pH ile aynı yönde değişen parametre ise bozukluğun kökenini (Metabolik) belirler. 20:1 oranı (Bikarbonat/ CO_2) bozulursa pH kayar.

- **pH:** 7,35 – 7,45 (7.40 referans)
- **P_aCO_2 :** 40 mmHg (Referans)
- **HCO_3^- :** 24 mEq/l (Referans)
- **Anyon Açığı:** 8 - 16 mEq/l (Normal anyon açığı)

NÖROMÜSKÜLER FİZYOLOJİ

KURBAĞA SİYATİK SİNİR–GASTROKNEMİYUS PREPARATI

Deneyin Amacı: Bu deneyin amacı, siyatik sinir-gastroknemiyus kası preparatında elektriksel uyarının şiddeti ve frekansı ile kasılma gücü arasındaki ilişkiyi gözlemlemek; sinir-kas iletiminin farmakolojik olarak nasıl değiştirilebileceğini anlamaktır.

Öğrenim Hedefleri

Bu uygulama sonunda şu yetkinliklere sahip olmanız hedeflenmektedir:

1. İskelet kasında tek kas sarsısının evrelerini tanımlayabilmek.
2. Uyarı şiddeti artışının (uzaysal sumasyon) ve uyarı frekansı artışının (zamansal sumasyon) mekanizmalarını açıklayabilmek.
3. İndirekt ve direkt uyarı arasındaki farkı ve klinik önemini kavramak.
4. Asetilkolin, d-tübokürarin ve atropinin nöromüsküler kavşak üzerindeki etkilerini yorumlayabilmek.

Teorik Bilgi : İskelet kası kasılması, somatik motor nöronlardan salınan **asetilkolinin (ACh)** kas motor son plağındaki **nikotinik reseptörlere** bağlanmasıyla başlar. Bu süreç, kalsiyumun sarkoplazmik retikulumdan salınmasını ve aktin-miyozin etkileşimini tetikler.

Motor Ünite: Bir motor nöron ve onun innerve ettiği tüm kas lifleridir.

Mekanik Yanıt: Bu deneyde aksiyon potansiyeli değil, kasın boyundaki değişim (mekanik yanıt) transdüser aracılığıyla kaydedilecektir.

Deneyde Kullanılacak Preparat ve Gerekli Malzemeler:

Kurbağa (*Rana pipiens*), soğukkanlı olması ve dokularının oda sıcaklığında, kan akımı olmadan dahi nemli tutulduğu sürece uzun süre fonksiyon görmesi nedeniyle tercih edilir. Preparat; siyatik sinir ve ona bağlı gastroknemiyus kasından oluşur.

Araç-gereç ve solüsyonlar: Kurbağa, kurbağa Ringer solüsyonu, organ banyosu, diseksiyon seti, iplik, stimülatör, IDT06 izotonik transdüseri ve Biopac MP36 veri toplama sistemi.

Kurbağa Ringer solüsyonu:

NaCl 6,72 g/l

KCl 0,18 g/l

CaCl₂ 0,16 g/l

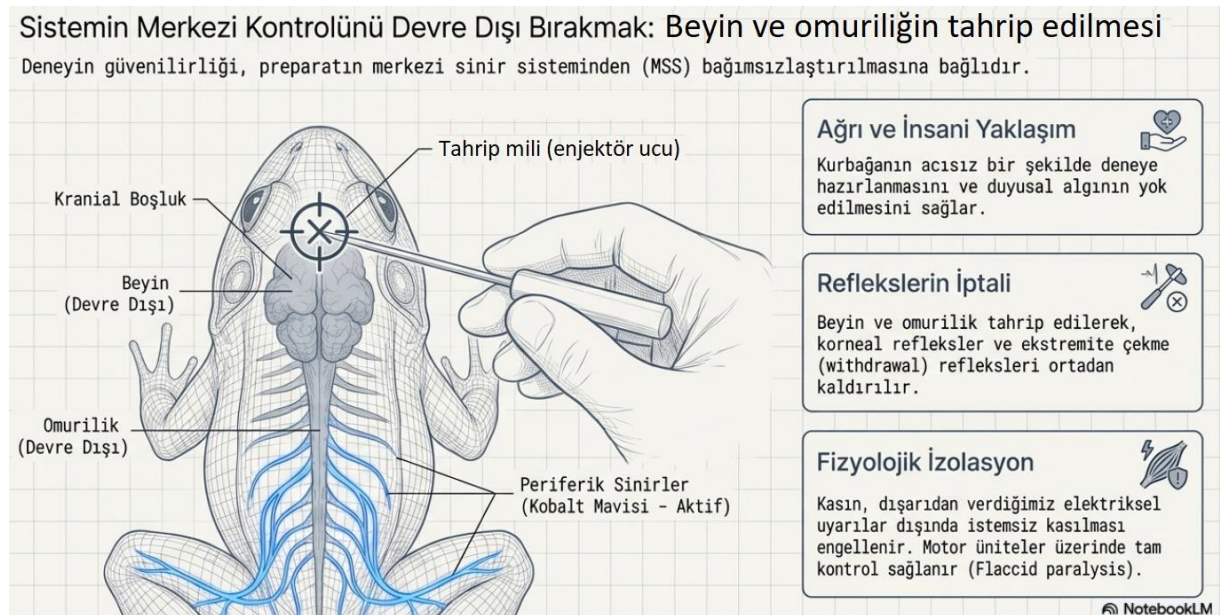
NaHPO₄ 0,3 g/l

NaH₂PO₄ 0,13 g/l

Kürar, asetilkolin ve atropin solüsyonları (Ringer'de).

Deneyin Yapılışı:

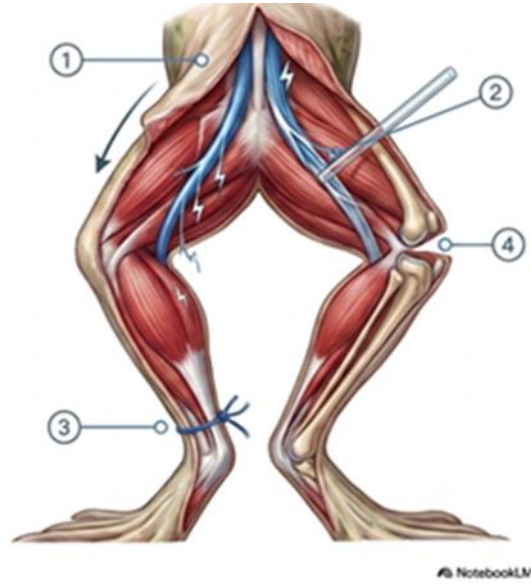
1. Buzlu ortamdan alınan, soğuk anestezisinde olan kurbağa bir bezle tutulduktan sonra büyük makasın sivri ucu ile kurbağanın ağzına girilir ve üst çene, gözlerin biraz arkasından kesilir.
2. Enjektör iğnesi ile foramen magnumdan vertebral kanala girilerek iğne birkaç kez hafifçe çevrilir; omurilik bu şekilde haraplanmış olur.
3. İşlem sırasında oluşan mekanik uyarı nedeniyle, omurilikten innerve olan kasların kasıldığı görülür.
4. Omuriliğin tamamen haraplanmasıyla refleks faaliyet ortadan kalkar ve merkezi sinir sisteminden kaynaklanan tüm hareketler açısından felç gelişir (Şekil 79).



Şekil 83. Deney için Kurbağanın Hazırlanması.

5. Siyatik siniri ve gastrokinemius kası izole edilir.

1. **Deri Soyulması:** Deri belden kesilerek aşağı doğru yüzülür. Kas fasyası ortaya çıkar.
 2. **Siyatik Sinir İzolasyonu:** Uyluk kasları arası künt diseksiyonla açılır. Ringer solüsyonu ile sürekli nemli tutulur.
- KRİTİK UYARI:** Sinire asla metal değdirilmez (kısa devre ve hasar riski)! Sadece cam baget kullanılır.
3. **Aşıl Tendonu:** Tendon etrafına sıkı bir düğüm atılır ve altından kesilerek kas serbest bırakılır.
 4. **Kemik İzolasyonu:** Tibiofibula ve femur diz ekleminde yakın kesilerek preparat vücuttan ayrılır.

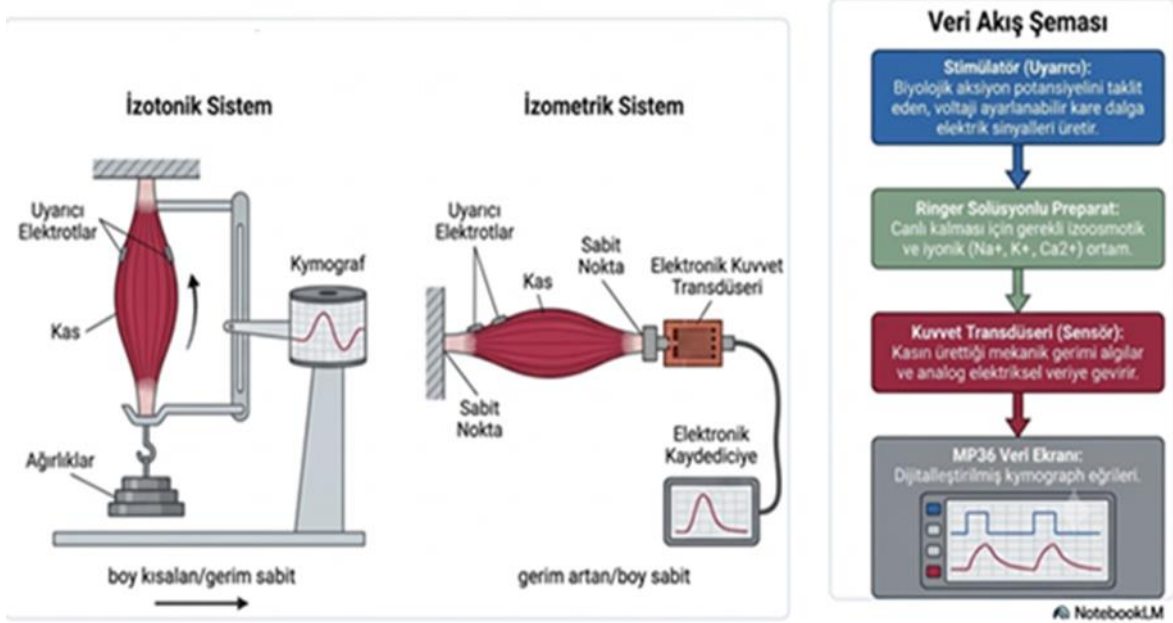


Şekil 84. Siyatik sinir-gastroknemiyus kasın diseksiyon şeması.

6. İzole edilen preparat, elektriksel uyarının mekanik işe dönüşümünü ölçecek bir sisteme entegre edilir.

Preparatın monte edilmesi

Preparat organ banyosuna dikey (vertikal) olarak yerleştirilir. Preparatın bir ucu hareket etmeyecek şekilde sabitlenir, diğer ucu ise iplikle izotonik transdüserle bağlanır. Stimülatör elektrotları kasın gövdesine temas edecek şekilde yerleştirilir. Uyarıcı elektrotların üzerine sinir yerleştirilir. Preparatın tamamı organ banyosuna yerleştirilerek banyo Ringer solüsyonu ile doldurulur. Preparat deney boyunca Ringer solüsyonu ile aralıklı olarak yıkanır. Ringer solüsyonunun düzeyi transdüserle doğru yaklaştığında organ banyosu boşaltılır.



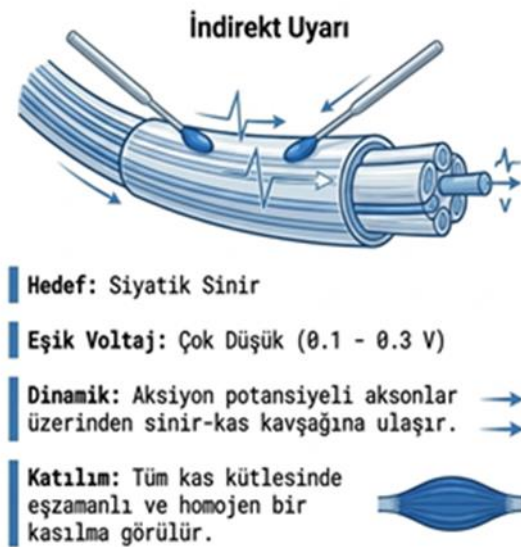
Şekil 85. Kas mekanik ölçüm sistemleri (Deneyimizde izotonik sistem ve kimograf yerine MP36 dijital sistemi kullanılır).

İndirekt ve Direkt Uyarının Mantığı

İndirekt Uyarı: Elektrotlar sinir üzerindedir. Kasılma, sinir-kas kavşağındaki iletim yoluyla gerçekleşir.

Direkt Uyarı: Elektrotlar doğrudan kas üzerindedir. Sinir veya kavşak devre dışı kalsa bile kas lifleri uyarılabilir.

Elektrik akımının sisteme nereden verildiği, uyarılma eşiğini ve motor ünite katılımını değiştirir.

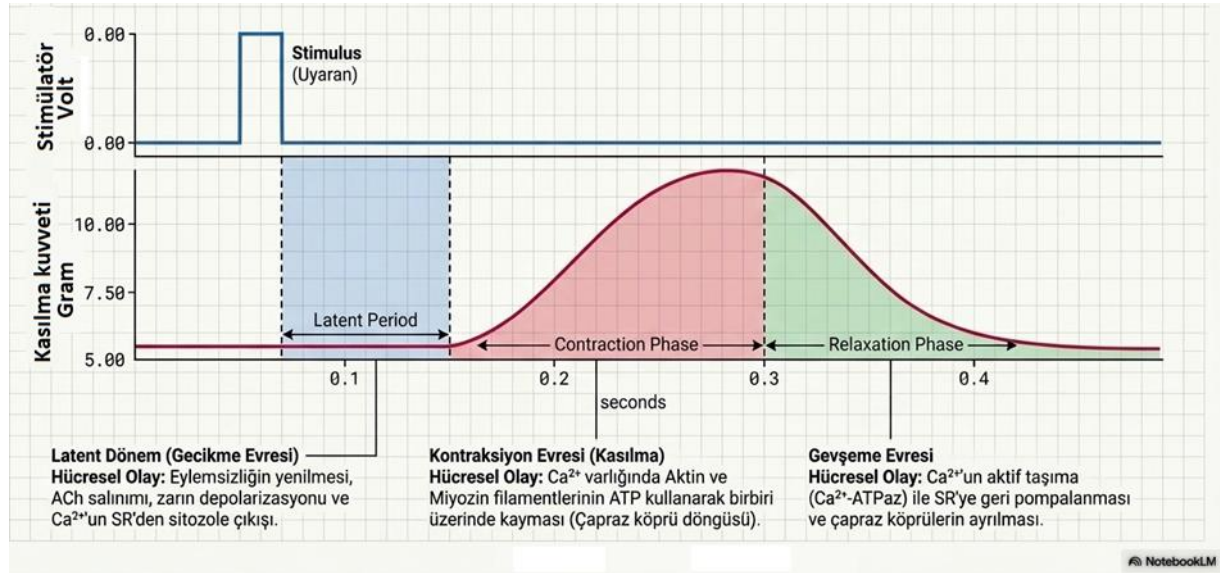


Şekil 86. Gastroknemiyus kasının direkt ve indirekt uyarı şekilleri.

Tek Kas Sarsısı, Sumasyon ve Tetani

Stimülatörün şiddeti sıfıra getirilir; uyarı frekansı 1 Hz'e ayarlanır.

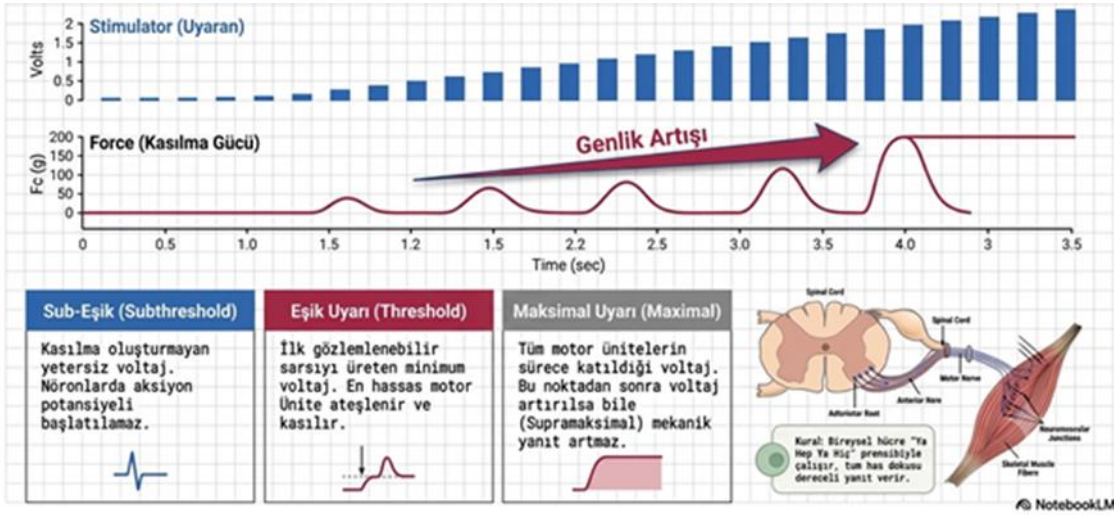
Kas sarsısı: MP36 uygulamasında “Başlat” düğmesine basıldıktan sonra mekanik yanıt trasesi ekranda hareket etmeye başlar. Kas sarsıları gelişinceye kadar sinir üzerindeki elektriksel uyarı kademeli olarak artırılır. Hareket transdüserinin pozisyonu, kasın hafif bir gerimde kalmasını sağlayacak şekilde ayarlanır. Kasın mekanik yanıt kayıtları aşağıdaki şekle benzer görünümde gözlenir.



Şekil 87. Uyarının uygulanmasından sonra gelişen tek kas sarsı eğrisinin evreleri

Tek Kas Sarsısı: Eşik üstü tek bir uyarana verilen yanıttır. **Latent evre** (uyarı ile kasılma başlangıcı arası), **kasılma evresi** ve **gevşeme evresinden** oluşur.

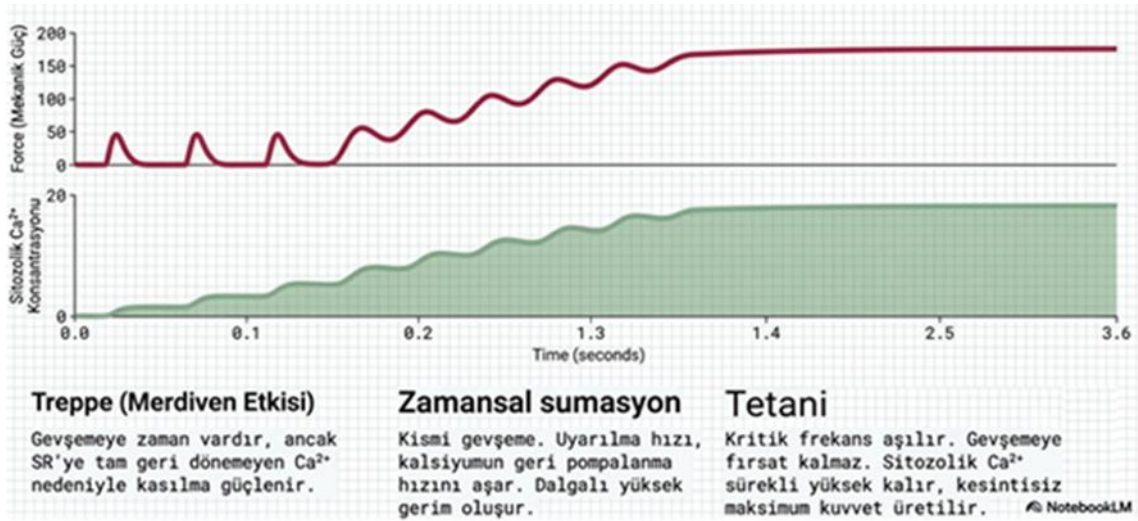
Spasyal (Uzaysal) Sumasyon: Uyarı şiddeti arttıkça daha fazla motor ünite devreye girer ve kasılma gücü artar.



Şekil 88. Uyarı şiddetinin artırılması ile gelişen uzaysal (spasyal) sumasyon.

Temporal (Zamansal) Sumasyon: Uyarı frekansı arttığında, kas tam gevşemeye vakit bulamadan yeni uyarı gelir; sitozoldeki Ca^{++} birikerek kasılmalar üst üste biner.

Tetani: Çok yüksek frekansta (20-25 uyarı/sn) kasılmalar tamamen kaynaşır ve düz bir çizgi oluşur.



Şekil 89. Uyarı frekansının artırılması ile gelişen zamansal (temporal) sumasyon ve tetani

Farmakolojik Ajanların Etkileri

1. Atropin: Kası indirekt olarak sürekli uyardıktan sonra preparatı 10^{-2} M atropin (500 ml Ringer'de 69,4 mg atropin sülfat bulunmalıdır) ile yıkayınız. İncelenen motor sinir-kas kavşağındaki kolinerjik iletim üzerine atropinin etkisi nasıldır? Preparat yıkandıktan sonra

alınan indirekt yanıtın genliğini kaydediniz. İndirekt uyarıya yanıtta herhangi bir değişiklik gözleniyor mu? İndirekt uyarıyı takiben kas direkt uyarıldığında yanıtlar arasında fark olup olmadığını gözlemleyiniz.

Atropin: Muskarinic ACh reseptör antagonistidir. İskelet kasındaki reseptörler nikotinik olduğu için iskelet kası kasılması üzerinde anlamlı bir etkisi beklenmez (özüllük kontrolü).

2. Asetilkolin: Kası indirekt olarak uyardıktan sonra preparatı 10^{-2} M asetilkolinle yıkayınız (10 ml Ringer'de 226 mg asetilkolin bromür bulunmalıdır). Preparat yıkandıktan sonra alınan indirekt yanıtın genliğini kaydediniz. İndirekt uyarıya yanıtta herhangi bir değişiklik gözleniyor mu? İndirekt uyarıyı takiben kas direkt uyarıldığında yanıtlar arasında fark olup olmadığını gözlemleyiniz. Yanıtlar düzelinceye kadar preparatı taze Ringer ile tekrar tekrar yıkayınız.

Asetilkolin (ACh): Doğal nörotransmitterdir; nikotinik reseptörleri uyarak kasılma sağlar.

3. Kürar: Sinir ile kasa indirekt uyarı uygulandıktan sonra preparat kürarla (5×10^{-6} – 10^{-5} M) yıkanır. Yıkamadan sonra indirekt uyarılar tekrar uygulanır. Bu sırada indirekt uyarı ile alınan yanıtın genliğindeki değişiklikleri kaydediniz ve direkt yanıt ile arasındaki farkı karşılaştırınız.

d-Tübokürarin (Kürar): Nikotinik reseptörler için ACh ile yarışan bir antagonisttir; indirekt uyarının kasa iletilmesini engelleyerek **nöromüsküler blok** yapar.

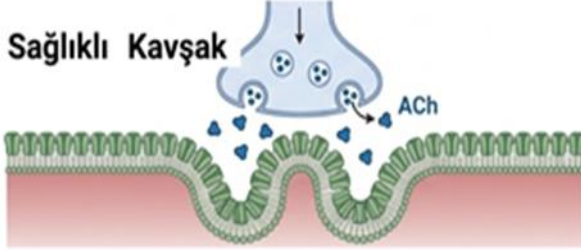
Tablo14. Kimyasalların etki yerleri ve etkileri

Sistemin dışarıdan verilen kimyasallara verdiği tepki, reseptör spesifikliğini kanıtlar.

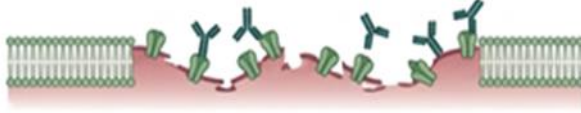
Ajan	Ajan Sınıfı	Etki Yeri (Reseptör Tipi)	Kavşak İletimine Etkisi	Kasılma yanıtı
Asetilkolin (ACh)	Doğal Nörotransmitter	İskelet Kası (Nikotinik)	Kısa süreli kasılma / sürekli maruziyette blokaj.	Düzensiz gerim artışı (Kas seğirmeleri).
Atropin	Antikolinerjik (Muskarinik Antagonist)	Sadece Muskarinik (Kalp, düz kas vb.)	ETKİSİZ. Çizgili kaslarda nikotinik reseptörler bulunur.	Değişiklik Yok. Yanıtlar normal devam eder.
Kürar (d-Tübokürarin)	Yarışmalı blokör	İskelet Kası (Nikotinik)	ACh reseptörlerini bloke eder, sinyal kasa geçemez.	İndirekt uyarıda yanıt tamamen kaybolur (Sıfır çizgi).

Beklenen Bulguların Yorumlanması: d-tübokürarin uygulandığında, sinir uyarılsa bile kas kasılmaz (indirekt yanıt kaybı), ancak kas doğrudan uyarılırsa kasılmaya devam eder (direkt yanıt korunur). Bu, bloğun kasta değil, kavşakta olduğunu kanıtlar.

Laboratuvardaki "Kavşak İletim Bloğu", klinikte kendi vücudumuzun ürettiği bir hastalık olarak karşımıza çıkar.



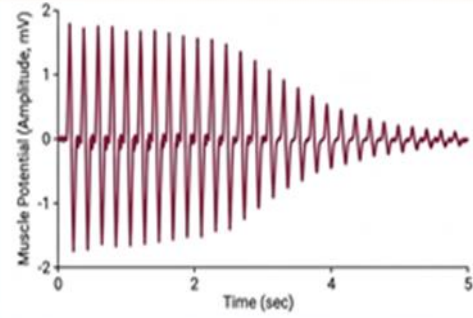
Myasthenia Gravis Kavşağı



Patofizyoloji: Bağışıklık sistemi (otoantikorlar), kas zarındaki Nikotinik reseptörlere saldırır ve onları yok eder.

Mekanizma: Tıpkı kürar varlığında olduğu gibi, ACH bağlanacak yeterli reseptör bulamaz.

Tetanic Sönme (Tetanic Fade)



Klinik Tablo: Çabuk yorulan kaslar (özellikle göz kapağı düşmesi - pitoz). Yüksek frekanslı uyarılarda kas gücünün korunamaması (Tetanic sönme)

© NotebookLM

Sonuç: İzole bir kurbağa preparatı, insan sinir-kas hastalıklarını anlamak için eksiksiz bir mekanik ve farmakolojik simülatördür. Kasılma gücü sadece kasın kendisine değil; sinyalin şiddetine, sıklığına ve kimyasal köprünün bütünlüğüne bağlıdır.

Şekil 90. Miyestenia gravisin fizyopatolojisi

Sık Karıştırılan Noktalar

1. Tüm motor üniteler uyarıldıktan sonra uyarı şiddetini artırmak kasılma gücünü daha fazla artırmaz (maksimal yanıt).
2. Tetani sırasında gevşeme olmamasının nedeni, Ca^{++} 'un sarkoplazmik retikulumu geri pompalanması için yeterli zamanın kalmamasıdır.

KAS HAREKETLERİNİN REFLEKS KONTROLÜ

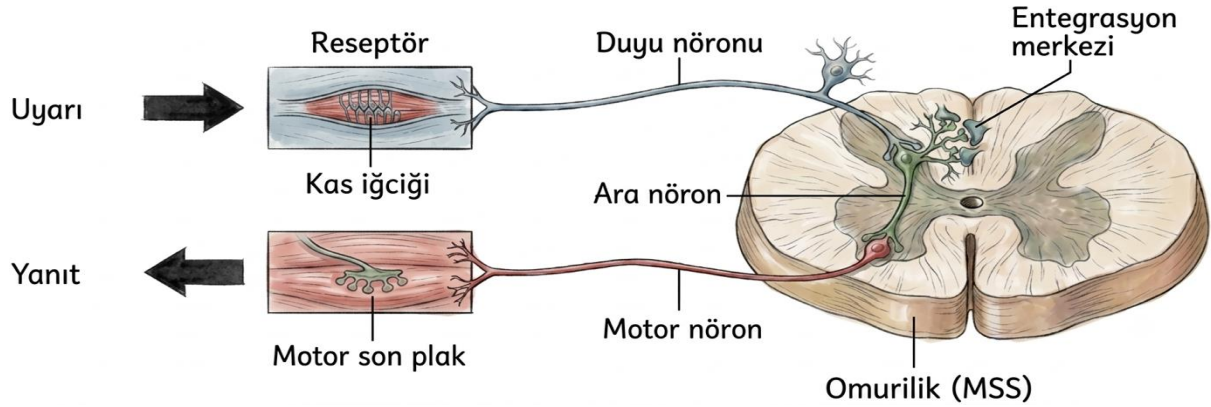
REFLEKSLERİN İNCELENMESİ

Refleksler doğuştan mevcut olan, uyarı-cevap ilişkisi içinde işleyen mekanizmalardır. Filogenetik bakımdan gelişmeleri aşağı basamaklarda tamamlanmış canlıların davranışları çoğunlukla reflekslere dayanır. İnsan davranışı ise daha çok şartlanma seviyesindedir. İnsanda refleksler korunma mekanizması içinde kalmıştır.

Araç ve gereç: Refleks çekici, pamuk, toplu iğne, ışık kaynağı

Refleks arkı

Stimulus reseptörü uyarmakta, reseptörlerden kalkan sinyaller uygun afferent yolla merkezi sinir sistemine aktarılmakta ve daha sonra ilgili efferent impulslarla bir effektör organa taşınarak, refleks yanıt alınmaktadır. Refleks yanıtın alınabilmesi için refleks arkının beş elemanının da sağlam olması gerekir



Şkil 91. Refleks arkı

Merkezi sinir sisteminin entegratif merkezleri

Reaksiyon vermeden önce çeşitli tipte sensoriyel sinyalleri bir araya getiren veya daha sonraki bir reaksiyonda kullanmak üzere aldıkları bilgiyi depolayan sinir sistemi bölgelerine sinir sisteminin entegratif merkezleri denir. Eli ateşe değen bir kişinin elini hızla ateşten çekmesi geri çekilme refleksi ile olur. Geri çekilme refleksinin entegrasyon merkezi medulla spinalistir. Refleks yanıtın daha karmaşık olması halinde serebral korteksteki entegratif merkezler, olaya bellek ve düşünmeyi de katacak şekilde işe karışmaktadır. Medulla, solunum

kontrolünün büyük bir bölümü ile arter basıncı ve yutkunmanın kontrolünden sorumlu entegratif merkezleri içerir. Serebral korteksin motor alanı, serebellum ve bazal gangliyonlar, beyin sapındaki retiküler formasyonun büyük bir bölümü, kas hareketinin kontrolüne katılan entegratif merkezlerin temel parçalarını oluşturur.

Reflekslerin sınıflandırılması

Nörolojik açıdan sağlıklı olan kişilerde bulunan reflekslere”normal refleksler” denir. Normal reflekslerin azalması veya kaybı patolojiktir. Sağlıklı bireylerde bulunmayan reflekslere ise “ patolojik refleksler” denir.

I)Normal refleksler

Normal refleksler pratik olarak üçe ayrılırlar:

1. Yüzeyel refleksler: Reseptör organları deri ya da mukozada bulunan reflekslerdir.

a) Mukoza refleksleri

Kornea refleksi: Küçük bir pamuk parçası ile pamuğun yandan yaklaştırılması, (kişinin bunu görmemesi gerekir) korneaya dokunulması sırasında her iki göz kapağının ani kapanmasından ibarettir. Ponsta yer alan bir lezyon ile bu refleks kaybolur. N.Trigeminus hasta ise iki taraflı olarak refleks alınamaz.



Şekil 92. Kornea refleksi

Farinks (öğürme) refleksi: Farinks arka duvarına, tonsilla bölgesine hatta dil köküne dokunulduğunda farinks kaslarının kasılması ve dilin hareketi gözlenir. Uyarının devamında, eksitasyonun diyafragma ve karın kasları ile ilgili merkezlere yayılması nedeniyle, öğürme hatta kusma meydana gelebilir.

Palatinium refleksi: Yumuşak damağa dokunulduğunda, yumuşak damağın iki taraflı olarak yukarı kalkmasından ibarettir.

b) Deri refleksleri

Karın cildi refleksi: Refleks bölgeleri epigastrik (üst), orta abdominal, aşağı abdominal olarak üçe ayrılır. Karın cildinin alt kostal bölgede dışarıdan orta hatta doğru kostalara paralel çizilmesi ile üst karın cildi refleksi (çizilen taraftaki epigastrik kasların kasılması) alınır (T₃₋₅).

Karın derisinin orta abdominal bölgede horizontal olarak dışarıdan umblikusa doğru çizilmesinde, M.obligius abdominis externus kasılır orta karın cildi refleksi alınır (T₉₋₁₁).

Karın cildi reflekslerinin tümünde yanıt, orta hattın çizilen tarafa doğru kaymasıdır. Şişman ve yaşlı kişilerde, çok doğum yapmış kadınlarda, karın ameliyatı geçirmiş kişilerde; kısaca karın cildi gevşek olanlarda hiçbir patolojiye bağlı olmaksızın alınamaz. Karın cidarı gergin olanlarda ve gençlerde alınamaması patolojik olup, ilgili bölgelerdeki medulla spinalis segmentlerinin haraplanmasına bağlıdır.



Şekil 93. Karın cildi refleksini alma

Kremaster refleksi: Erkeklerde femurun iç kısmının yukarıdan aşağıya doğru çizilmesiyle, aynı taraf testisin yukarı doğru çekilmesinden ibarettir. Yaşlılarda, varikozel ya da orşiti bulunan kişilerde nörolojik bir patoloji olmaksızın alınamaz. Bunların dışında alınamaması patolojiktir (L₁₋₂).

Plantar refleks: Erişkin bir insanda, ayağın dış yüzünün topuktan parmaklara doğru sivri bir cisimle çizilmesiyle, ayak parmaklarının refleks olarak plantar fleksiyonu meydana gelir (L₄₋₅ S₁₋₂).



Şekil 94. Plantar refleks alınması

Anal refleks: Perianal bölge deri veya mukozasının çizilmesi ile anüs dışı sfinkterinin kasılmasından ibarettir (S₂₋₅).

2. Kemik-veter refleksleri (derin tendon refleksleri): Reseptör organ kas içiğidir. Kasın tendona yapışma yerine refleks çekici ile ani vurulursa kas gerilerek, reseptör organ uyarılır. Yanıt olarak ilgili kasta kontraksiyon meydana gelir. Bu refleksler ilgili motor sinir, medulla spinalis segmentinin veya kasın hastalıklarında azalır ya da kaybolur.

Klinikte önemli olan derin tendon refleksleri şunlardır:



Şekil 95. Pectoralis refleksine bakma yöntemi *Muayene eden kişinin ellerinin pozisyonuna dikkat ediniz.



Şekil 96. Biceps refleks muayenesi

Biceps refleksi: Dirsek yarı fleksiyonda ve hafif pronasyonda iken m.Biceps'in tendonu üzerine konan baş parmağı çekiçle vurulur. Yanıt ön kolun fleksiyonudur.



Şekil 97. Brakioradial refleks alınması

Brakioradial refleks: Semipronasyondaki ön kola, radiusun stiloid uzantısının hemen üstünden vurulur. Yanıt olarak ön kolda fleksiyon ve supinasyon görülür.

Triseps refleksi: Hastanın semipronasyondaki kolu dirsekten fleksiyona getirilir ve kol göğüs kafesine çapraz olarak çekilir. Olekranon çıkıntısının tam üstünde triseps tendonuna vurulur. Yanıt ön kolun ekstansiyonudur.



Şekil 98. Triseps refleksine bakma yöntemi

Patella (kuadriseps) refleksi:



1. Hasta sırt üstü yatarken, bir el dizde yarı fleksiyon yaptıracak şekilde diz altına konur. Diğer eldeki çekiçle patelladaki tendona vurulur.

Şekil 99. Hasta yatar durumda iken, patella refleks muayenesi



2. Aynı işlem, hasta bacakları serbestçe sallanır şekilde oturtularak da uygulanır. Yanıt bacağın ekstansiyonudur. Hasta oturur durumda iken muayene eden şahıs kasın kasılmasını palpe etmek için dizin üstünden tutar.

Şekil100. Hasta oturur durumda iken kuadriseps (patella) refleks muayenesi.



Bu şekilde yanıt alınamaz ise, deneğin iki elinin parmaklarını birbirine geçirerek maksimum bir kuvvetle kollarını iki yana doğru çekmesi ile alt bacağın refleks hareketi daha güçlü olarak görülür. Bu durumda patella refleksindeki güçlenmenin nedeni, üst merkezlerin inhibitör etkisinin ortadan kalkmasıdır. Buna **Jendrassik manevrası** denir.

Şekil 101. Patella refleksi alırken Jendrassik manevrası



Şekil 102. Hasta oturur durumda iken aşil refleksi muayenesi

Aşil refleksi: Hasta yatar ya da ayakları dışarda kalacak şekilde muayene masasına diz çökmüş durumda oturur iken aşil tendonuna refleks çekici ile vurulduğunda, gastroknemius ve soleus grubunun kasılması ile ayağın plantar fleksiyonu gelişir.



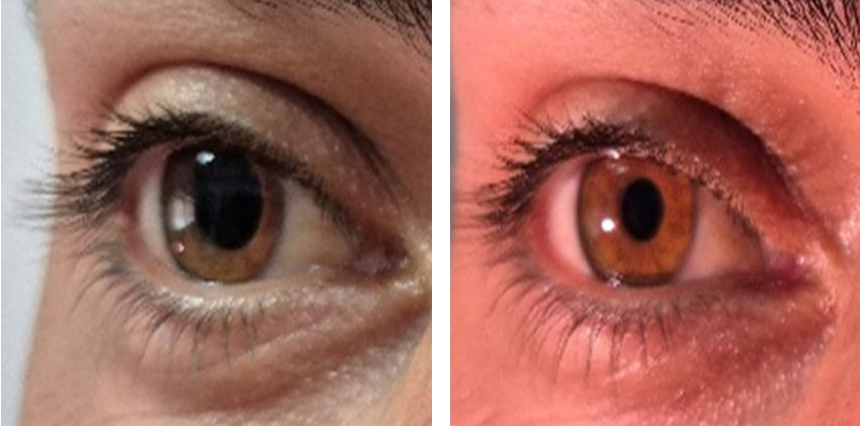
Şekil 103. Hasta yatar durumda iken aşil refleksi muayenesi

Aşil refleksi: Hasta yatar ya da ayakları dışarda kalacak şekilde muayene masasına diz çökmüş durumda oturur iken aşil tendonuna refleks çekici ile vurulduğunda, gastroknemius ve soleus grubunun kasılması ile ayağın plantar fleksiyonu gelişir.

3.Visseral refleksler: Bu reflekslerden bazıları aşağıda belirtilmiştir.

a)Pupilla refleksleri

Direkt ışık refleksi: Loş bir odada bulunan deneğin gözüne ışık kaynağı tutulduğunda pupillanın daraldığı (konstriksiyon) gözlenir. Işık kaynağı uzaklaştırıldığında pupilla tekrar genişler. N.opticus afferent, N. oculomotorius ise efferent yolu oluşturur. Refleksin merkezi mezensefalondadır. **Konsensual (indirekt) ışık refleksi ise,** karşı taraftaki göze ışık tutulduğu zaman pupillanın daralmasıdır.



Şekil 104. Direkt ışık refleksi muayenesi

Akomodasyon refleksi: Hastanın yakındaki bir objeye bakması halinde pupillaların konstriksiyonu ve göz kürelerinin konverjansından ibarettir. Afferent yolu görme yollarının tamamı, efferent yolu ise N.oculomotorius oluşturur. Bu refleksin merkezleri oksipital korteks ve beyin sapı pretektal bölgesinde bulunur.

b)Sinus karotikus refleksi: Boyun bölgesinde sinüs karotikusa basınç uygulandığında, kalp ritminin yavaşlaması ve arteryel basıncın düşmesinden ibarettir. Afferent yolu N.glossopharyngeus, efferent yolu ise N.vagus olup; refleksin merkezi bulbustadır. Refleks yanıt arkus aorta ve sinüs karotikustaki baroreseptörlerin uyarılması sonucu gelişir.

II) Patolojik refleksler

Üst motor nöron hastalıklarında, medulla spinalis ilkel reflekslerinin serebral inhibisyonla kurtulması, patolojik reflekslerin temel mekanizmasını oluşturur.

Babinski refleksi: Ayak tabanının küt bir cisimle, topuktan öne doğru ayak dış kenarına paralel olarak çizilmesiyle, normal kişilerde ayak parmaklarının tümünde **planter fleksiyon** gelişir. **Bu normal yanıtı “babinski negatif” denir.** Eğer bunun yerine ayak parmaklarının aralanması ve başparmağın dorsifleksiyonu gelişirse bu durum patolojiktir ve piramidal sisteme ait bir bozukluğun göstergesidir; bu yanıtı **“Babinski pozitif”** denir. Tanımlanan uyarı sırasında ayak parmaklarında dorsal ya da planter fleksiyonun gözlenmemesine ise **“Babinski lakayd”** denir. Lakayd babinski, pozitif babinski gibi piramidal sisteme ait bir hastalığın belirtisidir. Bir yaşın altında Babinski belirtisinin önemi yoktur.



Şekil105. Babinski refleksi alma. **A)** Normal plantar yanıt, **B)**Ekstensör plantar yanıt (Babinski belirtisi).

İlkel refleksler: Normal yenidoğanda bulunup, ensefalizasyonun tamamlanmasıyla kaybolan reflekslerdir. Hastalık nedeniyle özellikle premotor alanlar olmak üzere frontal korteks fonksiyonunun kaybı, bu reflekslerin tekrar ortaya çıkmasına neden olur.

İlkel reflekslerden bazıları şunlardır:

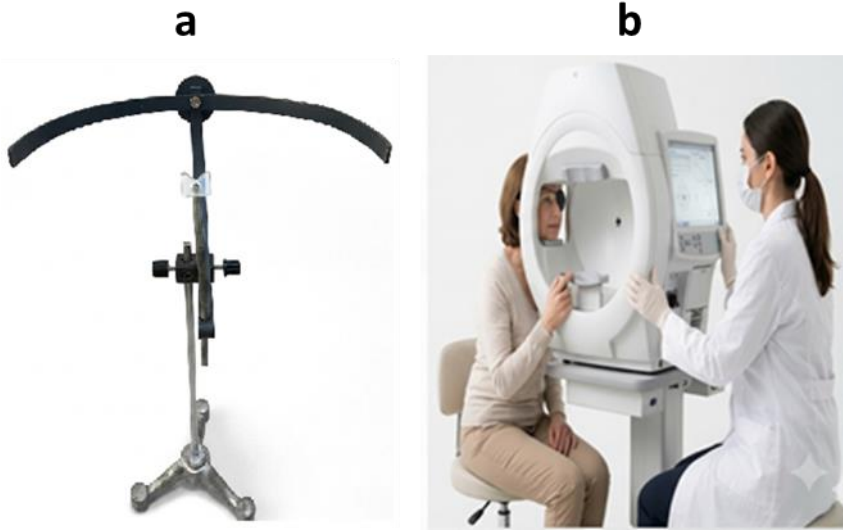
1. Yoklama-yakalama refleksi: El ayasına dokundurulan bir cismi hastanın kuvvetle, istemsiz olarak yakalamasıdır. Verilen cisim canını yaksa da onu sıkıca kavrar; bırakmak istese bile bırakamaz. Bu refleks doğumdan sonra 4. aya kadar normal kabul edilir.

2. Emme refleksi: Hastanın, dudaklarına dokundurulan bir cismi emmesidir. Yenidoğanda normal olan bu refleks yaklaşık bir yaşında kaybolur.

ÖZEL DUYULAR

PERİMETRİ VE GÖRME ALANI

Araç ve gereç: Perimetre, stativ, işaret çubuğu, beyaz ve renkli işaretler, görme alanı şemaları.

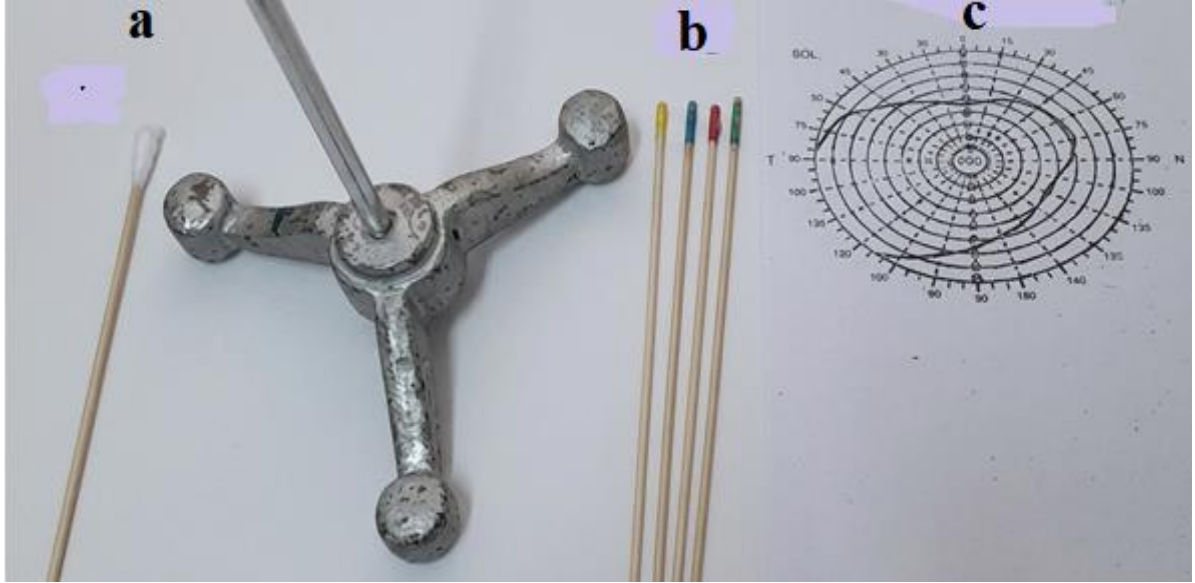


Şekil 106. a) Perimetre b) Poliklinikde uygulanan bilgisayarlı görme alanı testi

a) Renksiz görme alanının saptanması: Göz belirli bir noktaya fikse edildiğinde, çevresinde görebileceği alanın genişliği perimetre ile saptanır. Perimetre, kendi eksenini üzerinde çevrilen ve farklı açılarda durdurulabilen bir yarı dairedir. Ortadaki tepe noktasından her iki yanına doğru 0°'den 90°'ye kadar derecelendirilmiştir. Tepe noktasında bulunan açıölçer ve gösterge yarı daireyle birlikte hareket eder ve böylece ölçülerek açı derecesi buradan ayarlanır. Yarı dairenin saptandığı kadrana, görme alanı değerlendirilecek gözün dayanacağı destek bir çubukla bağlanmıştır. Perimetrenin iç tarafında tam ortada gözün fikse edileceği bir ayna bulunur. Perimetrenin kadranın altındaki demir çubuk ile aygıt statife tutturulur. Buradan deneğin boyuna göre ayarlama yapılır.

Görme alanı için standart çizelgeler sağ ve sol göz için ayrı olup, iç içe on konsantrik daireden oluşur. En içteki küçük daire, retinada en iyi gören fovea centralis'e uyar. Bu daireden başlayarak her bir konsantrik dairenin dış veya içinden uzaklığı, 10°'lik bir açı uzaklığına eşittir. Bu açı uzaklıkları, birinci konsantrik daireden başlayarak yatay veya dikey bir düzlem üzerinde işaretlenmiştir. Fovea centralise uyan daireden perifere doğru her 15°'de uzanan yarıçaplarla,

her bir konsantrik daire 24 eşit segmente ayrılmıştır. Bu dereceleme en dıştaki dairenin üzerinde gösterilmiştir. Her bir şemada normal görme alanının sınırı kalın çizgilerle belirlenmiştir.



Şekil 107. Renksiz görme alanı ölçülmesi. **a)** Beyaz şerit (pamuk) **b)** Renkli göreme alanı (sarı, mavi, kırmızı, yeşil şeritler) **c)** Sol göz için görme alanı çizelgesi

Deneyin yapılışı: Desteğin yüksekliği, oturan deneğin göz hizasına getirilir. Görme alanı değerlendirilecek gözün alt çukuru destek bölgesine dayanıp ortadaki dairesel aynaya göz fikse edilir. Denek diğer gözünü kapatır. İnce uzun bir çubuğu ortasında kare şeklinde beyaz bir işaret bulunan bir levha takılarak görme alanının saptanmasına başlanır. Perimetre değişik durumlarda ayarlanarak, beyaz işaretli levha bulunan çubuk şakak tarafından burun tarafına doğru yavaş yavaş hareket ettirilir. Kişi, beyaz işareti ilk gördüğü anda bildirir ve işlem durdurularak perimetredeki yeri saptanır. Görme alanı şemasında işaretin görüldüğü yere uyan nokta kalemle belirlenir.

İşaretleme işlemi: Perimetre yatay durumda iken sol gözün temporal tarafta görebileceği nokta, 80°'lik meridyende bulunursa, bu görme alanı şemasından şöyle işaretlenir;

Dış konsantrik daire üzerindeki derecelerden 90° bulunur ve bunun fovea centralisten 80°'lik açı uzaklığına uyan, dıştan ikinci konsantrik daire ile birleştiği yere herhangi bir işaret konur. Aynı yöntemle perimetre farklı açı durumlarında iken en dıştan görülen noktalar saptanır ve bunların düz çizgilerle birleştirilmesiyle görme alanı elde edilir.

Pratik uygulamalarda süre azlığı nedeniyle tek göz için sekiz noktanın bulunması yeterlidir.

Bu noktalar şöyle seçilir:

Perimetre yatay durumda iken 2 nokta,

Perimetre dikey durumda iken 2 nokta,

Perimetre şakak tarafında 45° 'lik açı altında iken 1 nokta,

Perimetre burun tarafında 45° 'lik açı altında iken 1 nokta,

Perimetre şakak tarafında 135° 'lik açı altında iken 1 nokta,

Perimetre burun tarafında 135° 'lik açı altında iken 1 nokta.

b) Renkli görme alanlarının saptanması: Beyaz renkli çubuk ile renksiz görme alanı saptandıktan sonra, farklı renklerdeki işaretler kullanılarak renkli görme alanının sınırları bulunur. Retinanın periferik kısmı renkler için duyarlı olmadığından, renksiz (beyaz) görme alanı sınırlarında hiçbir renk ayıredilemez. **Bu sınırdan içe doğru gidikçe sırasıyla sarı ve mavi, sonra kırmızı ve en içte ise yeşil görme alanları bulunur.** Fovea centralisteki görme ünitelerinin uyarılması ile bütün renkler görülebilir. Bazı kişilerde kırmızı ve yeşil için görme alanları birbirinden tamamen ayrı olmayıp bazı görme açılarında bileşik bir alanı kapsarlar.

Yapılışı:

1. Deneğe gösterilecek renk önceden söylenmez.
2. Renk gösterilen plağın bir tarafına yeşil renkli işaret yapıştırılır.
3. Gerektiğinde renkli işaret rahatça değiştirilerek perimetre farklı durumlarda iken deneğe bazen yeşil, bazen kırmızı işaret gösterilir.
4. Bazen denek kırmızı önce yeşil olarak görür; bu durumda renk değiştirilmeden işaret iletilmeye devam edilir.

Ölçümde;

Perimetre yatay durumda iken 2 nokta,

Perimetre dikey durumda iken 2 nokta, olmak üzere 4'er nokta saptanıp ayırt edilecek şekilde işaretlenir.

c) Perimetrede kör nokta lokalizasyonu: Perimetre yatay duruma getirilip, beyaz işaretli çubuk şakak tarafında 50° 'den başlanarak burun tarafına doğru yavaş yavaş iletilir.

Çubuğun hareketi 25° 'den başlayarak daha da yavaşlatılır; yaklaşık 15° - 17° 'de denek beyaz işaretini göremez; bu nokta **kör nokta**'dır. Kör noktadan daha içe doğru beyaz işaret iletililecek olursa beyaz işaret tekrar görülür. *Gözde kör nokta fovea centralise göre daha iç tarafta, burun tarafında bulunur.*

GÖRME KESKİNLİĞİNİN SAPTANMASI

Araç ve gereç: Snellen levhası, ölçü şeridi

Görme Keskinliği: Gözün belirli bir uzaklıktaki bir cismin 2 noktasını ayrı ayrı görebilme veya yan yana bulunan 2 çizgiyi ayırt edebilme yeteneğine **görme keskinliği** denir.

Bu prensibe dayanarak yapılan **Snellen eşelinde** yukarıdan aşağıya gittikçe küçülen harf, sayı veya işaret sıraları bulunur. Her sıranın yan tarafında, görme keskinliği normal olan bir göz tarafından okunabilmesi için gereken uzaklık yazılır.

Görme keskinliğini saptama yöntemi

Snellen eşeli iyi ışıklandırılmış bir odanın duvarına asılır ve denek levhadan belli bir uzaklıkta (**20 feet, 6 m**) bulunur. Kişi bir eliyle bir gözünü basınç yapmayacak şekilde kapatır. Açık kalan göz ile kendine gösterilen harfleri (-sayıları veya işaretleri) okumaya (veya tanımaya) çalışır. En büyükten başlanarak sırayla harfler (-sayı veya işaretler) gösterilir. En son tanıyabildiği veya okuyabildiği harf (sayı veya işaretin) yanındaki uzaklık **feet** cinsinden kaydedilir. Görme keskinliği aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

Görme keskinliği = u / U

u; Deneğin levhadan olan uzaklığını (okuyabildiği mesafe),

U; ayırt edebildiği sıranının hizasında yazılı olan uzaklığı (okuması gereken mesafe) gösterilir.

Normal görme keskinliği 1 'dir; gençlerde 1 'den büyük olabilir.

Herhangi bir kırma (refraksiyon) kusuru nedeniyle görme keskinliğinin normalden düşük olduğu saptanırsa, bu durumun uygun bir mercek ile düzeltilmesi gerekir. Bunun için özel bir gözlük çerçevesine farklı diyoptrilik mercekler konur ve göz net görünceye, yani refraksiyon yanılması düzeltilinceye dek işlem tekrarlanır.



Şekil 108. Görme keskinliğini saptamak için kullanılan Snellen levhası.

Görme keskinliğinin saptanmasında dikkat edilecek durumlar

1. Çocuklara Snellen testi uygulanacaksa ve çocuk adapte olamıyorsa evde egzersiz yaptırılmalıdır.
2. Hastaya tek bir harfi göstermekle, bütün harf sırasını göstermek birbirinden farklı sonuçlar verebilir. Örneğin ambliyopisi olan şahıslarda tek harfle 0,4-0,5 görme keskinliği saptandığı halde bütün sıra gösterildiğinde 0,1'den fazla okuyamazlar.
3. Aynı sıradan bazı harfler kolay, bazı harfler zor tanınır. Örneğin L harfi okuması kolay, B harfi zor olanlardandır.
4. Gözlük takan hastaların görme keskinliği mutlaka camlı ve camsız olarak yapılmalı, kendi gözlüğü ile görme keskinliği 1'in altına düşmüşse yeni camlar denenmelidir.
5. Çocuklarda görmeyi ölçmek uzun ve yorucu olmamalıdır. Çocuk bir süre sonra ilgisini kaybederek doğru cevap vermeyebilir.

6. *Görme levhasındaki harflerin sağ ve sol taraftakilerin okunması birbirinden farklı ise görme alanı muayenesi yapılmalıdır.*

7. İki göz açıkken ölçülen görme keskinliği, tek görme ölçülenden daha fazladır.

8. Hasta bir gözünü kasıtlı veya kasıtsız olarak iyi kapatmazsa yanlış sonuçlara alınabilir. Daha iyi gören göz diğerini maskeleyebileceği gibi görmesi ölçülen gözde kısmi bir kapak kısması, pupilla açıklığını değiştireceğinden daha net bir görme sağlanır. Özellikle miyoplarda görme keskinliği bu şekilde bir hayli düzelir. Bu nedenle görme keskinlikleri, muayene edilen göz tam açıkken ve kısımaya izin verilmeksizin ölçülmelidir.

Görme keskinliğini etkileyen faktörler

1. Fizyolojik nistagmus,
2. Gözde hayaller oluşturan optik işlgeler,
3. Konilerin durumu gibi retinaya ait faktörler,
4. Vizüel uyarının dalga boyu ve şiddeti,
5. Vizüel stimulus ile zemin arasındaki kontrast,
6. Vizüel stimulusa maruz kalma süresi,
7. Gözün adaptasyon durumu.

RENK KÖRLÜĞÜNÜN İNCELENMESİ

Araç ve gereç: Ishihara'nın psödo-izokromatik test kartları.

Renk körlüğü testleri, kişinin çeşitli renkleri birbirinden ayırt etme ve renkler arasındaki kontrast derecesini doğru saptama esasına dayanır.

Renk körlüğünü hızla birleyen bu yöntemde, noktalı levhalar kullanılır. Bu levhalarda, bir rengin çeşitli aydınlık derecelerinde ve çeşitli büyüklükte olan dairelerin arasına, bu renkten ayırt edilecek olan renkten bir sayı, bir harf veya bir işaret konmuştur. Normal kişinin doğru olarak ayırt ettiği sarı, kırmızı, yeşil renk körü tarafından yanlış olarak saptanacaktır.

Bu levhalarla çeşitli konilerin spektral duyarlılıkları birlikte incelenirse, renk körü olan kişilerin bazı renkteki noktalara normal kişilerden ne kadar fazla önem verdikleri kolayca anlaşılır.

Beyaz ırkta erkeklerin %2'si kırmızı renk körü (protanop), %6'sı ise yeşil renk körü (döteranop)'tur; yani erkeklerde renk körlüğü sıklığı %8'dir. Kırmızı-yeşil renk körlüğü kadın için çok nadir bir anormalliktir, zira X kromozomuna bağlı ressesif bir geçiş vardır. Mavi renk körlüğü (tritanopi) her iki cinsten de yaklaşık eşit sıklıkta olup, görülme yüzdesi son derece düşüktür. Tritanopide mavi ve sarı renklerin birbirine karıştırılması (konfüzyonu) söz konusudur.



Şekil 109. Ishihara Kartları

İŞİTME DUYUSU

Araç ve gereç: Diyapozon seti, odyometre, odyogram kartları.



Şekil 110. Diyapozon seti

Kulak duyarlılık muayenesi için kullanılan araçlar diyapozonlar ve odyometrelerdir.

1. Diyapozonla muayene: Diyapozonlar çelik ve alüminyumdan yapılmış, iki çatallı ve bir sapı olan, belirli frekansta ses oluşturan aletleridir. Pratikte özellikle daha rahat titreşimi algılanabilen 256 ve 512 frekanslı diyapozonlar kullanılır (128, 256, 512, 1024, 2048 frekanslı diyapozonlarda vardır).

a) Weber deneyi

1. Titreşmekte olan bir diyapozonun sapı orta çizgi üzerinde bulunmak üzere dişlere, çeneye veya genelde uygulandığı gibi altına konur.

Her iki kulağı da normal olan kimselerde diyapozonun sesi her iki kulakta eşit olarak duyulur ve ses kafanın tam orta çizgisi hizasında lokalize edilir.

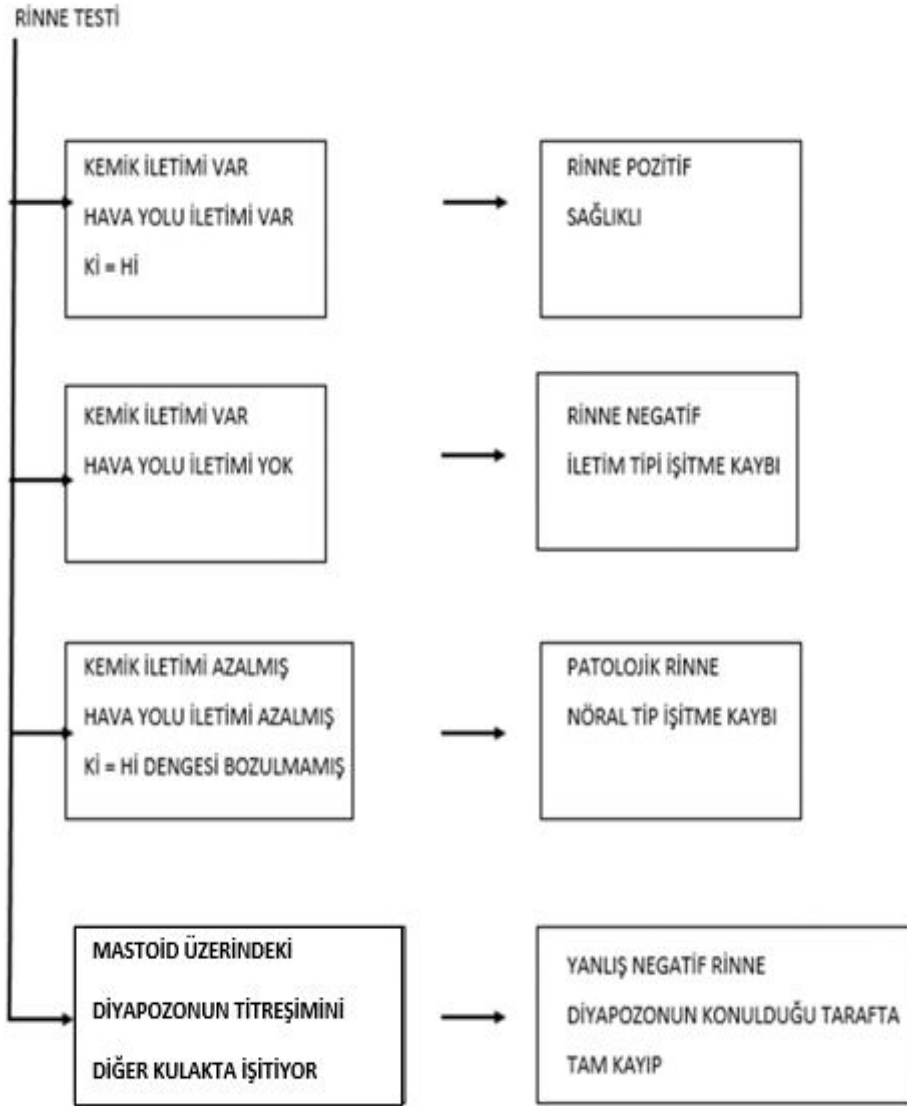


Şekil 111. Weber deneyi

b) Rinne deneyi

Rinne deneyi bize hastalığın karakter ve lokalizasyonu hakkında bilgi verir. İşitme kaybına neden olan olayın dış, orta veya iç kulakta mı olduğu belirlenir. Burada esas, kemik ve hava yollarının iletiminin karşılaştırılmasıdır. Normal bir kulakta hava yoluyla işitme, kemik yoluyla işitmeden yaklaşık 2 kat daha güçlü ve daha uzun sürelidir (ortalama 90 sn.).

Titreşen diyapozon önce mastoid kemik üzerine konur. Deneğe sesi duyup duymadığı sorulur. Eğer duymakta ise, ses bitince haber vermesi söylenir. Kemik yoluyla işitme sona erdiği zaman, diyapozon süratle dış kulak yolu önüne getirilerek, deneğe tekrar işitip işitmediği sorulur. Normal kulaklarda işitme devam eder; bu duruma Rinne (+) denir. Rinne deneyi değerlendirmeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 112. Rinne deneyi ve yorumu şeması

c) Schwabach deneyi: Titreşen bir diyapozonun kemik yoluyla işitilme süresinin ölçülmesinden ibarettir. Normal bir kulağın işitme süresi ile muayene edilen kulağın işitme süresi karşılaştırılır.

Yapılışı:

1. Diyapozon titreştirildikten sonra mastoid kemik üzerine konur, süre sn. olarak kronometre yardımıyla ölçülür.

Sinirsel tip işitme kaybında işitme süresi kısalmış; iletim tipi işitme kaybında ise süre normal veya daha uzamıştır.

2. Odyometre: Odyometreler pür tonda sinüzoidal sesler meydana getiren cihazlardır. Diyapozondan üstünlüğü, istenilen frekansta ve şiddette devamlı olarak ses oluşturabilmeleridir.



Şekil 113. Odyometre

Odyometre ile işitme testinde, cihazın kulaklığı deneğin dış kulak yolu önüne getirilerek, pür tondan oluşan, işitme alanı içinde frekansları ilk duymaya başladığı ses şiddeti kaydedilir. Odyogram kartı üzerindeki ilgili yer işaretlenir. Her frekansın işitilebildiği en düşük ses şiddetinin araştırılması her iki kulakta yapıldıktan sonra odyagramın hava yollarına ait bulguları elde edilmiş olacaktır. Sağ ve sol kulakların hava yolları ya ayrı renklerde (**sağ kırmızı, sol mavi**) ya da çoğunlukta farklı simgelerle (**sol kulak için çapraz, sağ kulak için yuvarlak**) ayırt edilecek şekilde işaretlenir.

Kemik yolu iletimini ölçmek için ise, kemik yolu kondüktörü (vibratör) mastoid kemik üzerine konarak yine her frekansta duyulan en düşük ses şiddeti saptanır. Kayıt sırasında sol kulak için (I), sağ kulak için (II) işareti kullanılır.

Tablo 15. Odyogram kartı

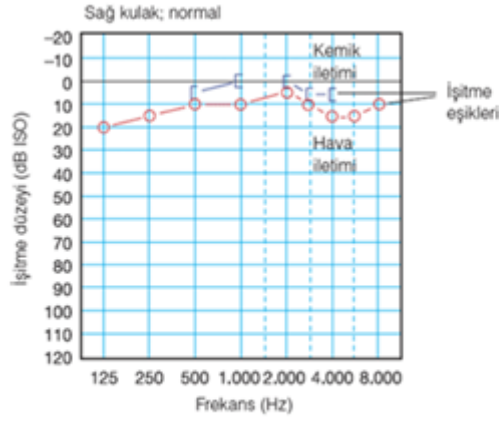
Desibel		Frekans (hız)		
	500	1000	2000	4000
25 db normal				
40 db hafif kayıp				
60 db ciddi kayıp				
Yanıt yok ağır kayıp				

Odyometri testi sırasında hastanın ekrana veya testi yapan kişiye bakmaması, testin objektifliğini korumak için en temel kurallardan biridir. Hastanın testi yapan kişinin butona bastığını veya cihazın ekranındaki sinyalleri görmesi, duymadığı halde "ses varmış" gibi hissetmesine (yalancı pozitif tepki) neden olabilir.

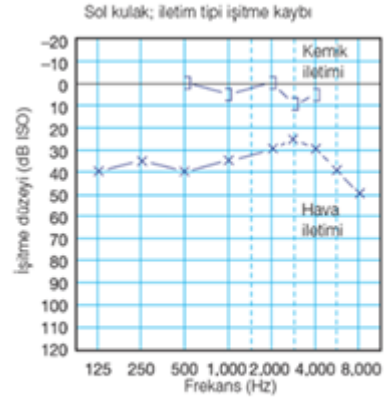
İletim tipi işitme kaybında, odyogramda (hava iletimi) düşük frekanslı seslerin çok hafif işitilmesine karşın yüksek frekanslı seslere doğru gidildikçe bir artış görülür (**odyogram çizgisinin eğimi; aşağıdan yukarıya doğru**). Kemik yolu da ölçülür ve çoğunlukla normal işitme sınırları içinde bulunmaz.

Sinirsel tip işitme kaybında, odyogramda (hava iletimi) ses düşük frekanslarda daha iyi yüksek frekanslarda daha hafif duyulur (**odyogram çizgisinin eğimi; yukarıdan aşağıya doğru**) kemik yolları ise hava yollarını takip etmekte; işitme giderek azalmakta, hatta yüksek frekanslarda ses hiç duyulamamaktadır.

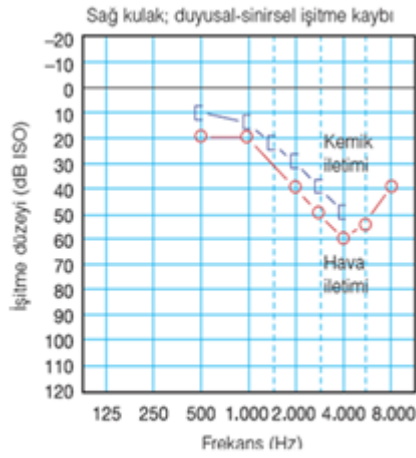
Odyogramdaki 25 db hizası pratikteki işitme sınırı, 80 db ise sağırılık sınırıdır.



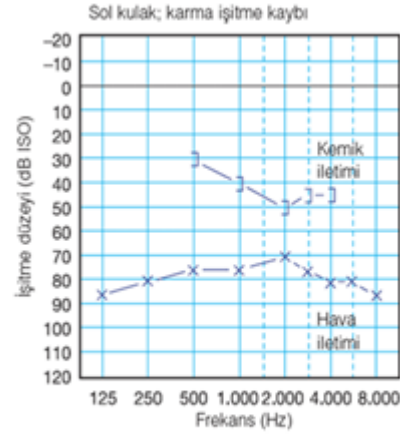
a



b



c



d

Şekil 114. İşitme test örnekleri, **a)** Sağ kulak, Normal **b)** Sol Kulak, İletim tipi işitme kaybı **c)** Sağ kulak, duyuşal- sinirsel işitme kaybı **d)** Sol kulak, karma işitme kaybı.

ÖZET

Sağlıklı kişilerde hava iletimi (HI) kemik iletiminde (KI) hem daha güçlü, hem daha uzun sürelidir, yani $HI > KI$. Normalde Rinne (+) olup, Weber testinde ses iki kulağa birden eşit şekilde lokalize olur.

1. İletim tipi işitme kaybı: Dış kulak ve/veya orta kulak patolojisi

- $HI < KI$ (Kemik iletimi normal, hava iletimi bozulmuş),
- Rinne (-),
- Weber hasta kulağa lateralize (seslerin maskeleye etkisinin hasta kulaktaki inhibisyonuna bağlı),
- Düşük tonda konuşma kendi seslerini kemik yolu ile daha şiddetli olarak duymaları nedeniyle

- Genellikle düşük frekanstaki seslere karşı işitme kaybı,
- Gürültülü bir ortamda sağlıklı kişilerden daha iyi işitme: **Parakuzis (maskeleme** etkisinin eliminasyonuna bağlı).

2. Nöral (sinirsel) tip işitme kaybı: Patoloji iç kulakta ya da nöral işitme yollarında.

- HI azalır, KI azalır (her iki tip iletme yolu da eşit şekilde azalır), **fakat HI>KI özelliği** korunur. Bu nedenle Rinne (+) olabilir. Buna “**Patolojik Rinne**” denir.

- Weber sağlam kulağa lateralize,

-İşitme kaybı bazı farmakolojik ajanların toksik dozda kullanımına bağlı ise (Streptomisin, Gentamisin v.b.), işitme kaybı tüm frekansları içerir.

Presbikuzis:

Yaşlılarda görülen sensinöral tip işitme kaybı. Patoloji kohlea tabanında olup, yüksek frekanslı seslere karşı işitme kaybı ve konuşulanları anlamama durumu gelişir.

- Meslek hastalığı olarak gelişen (yüksek şiddetteki seslere maruz kalan kişiler) nöral tip işitme kaybı. Düşük frekanstaki, yüksek şiddetli seslere karşı işitme kaybı.
- Yüksek tonda (bağırarak) konuşma.
- Kohlear işitme kaybı: Ses şiddetindeki hafif artışlar kişiyi rahatsız eder (ses genliği abartılı olarak algılanır). Ses şiddetindeki artışlara karşı hassasiyet gelişir.

Diplakuzis:

Kohlear tip işitme kaybında, saf tonun miks ton olarak algılanması.

- Nöral işitme yollarında (Auditor sinir) disfonksiyon: Belirli şiddetteki bir sese sürekli maruz kalındığında, bu sesi işitememe. Sinirin adaptasyonu ve /veya yorgunluğuna bağlı.
- Schwabach testi: Kemik yolu ile işitme süresi kısalır.
- Santral işitme kaybı: Genellikle sese yanıt var, fakat kelimelerin anlamları değerlendirilemez. Assosiyatif işitme merkezinin disfonksiyonuna bağlıdır.

İşitme kaybının % olarak tanımı: 512, 1024 ve 2048 frekanslardaki odyometre bulguları’’db’’kayıp olarak alınır ve bunun ortalaması elde edilir. Ortalama ‘’db kayıp’’ X 0.8 = % db olarak işitme kaybı.

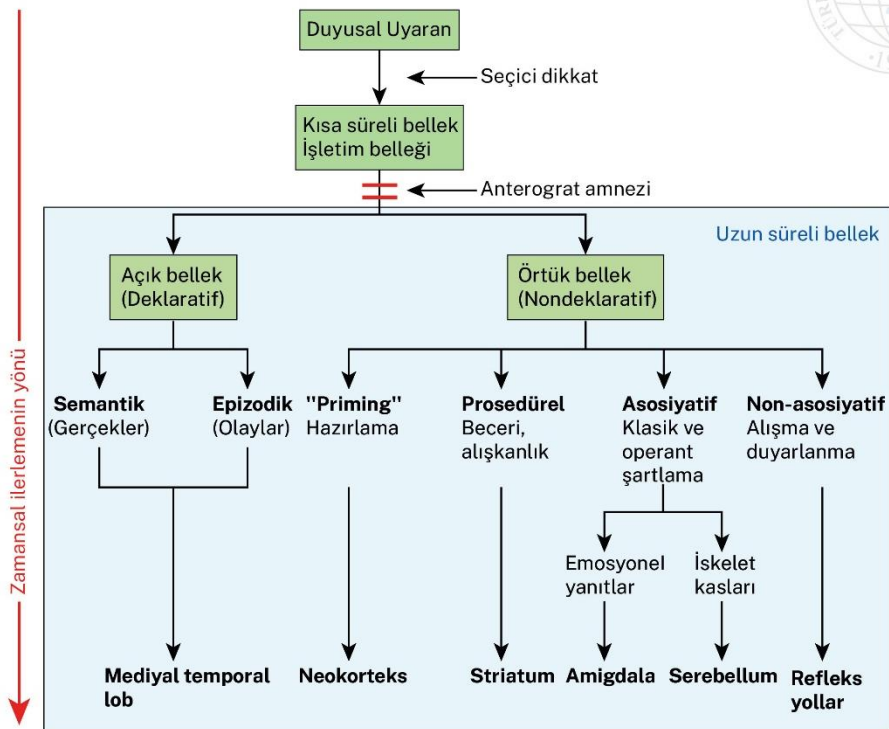
PSİKOFİZYOLOJİK YANITLAR

ÖĞRENME ve BELLEK

Öğrenme, deneyim sonucu bilgi edinmek ve bu bilgiyi depolayabilmek, **bellek** ise öğrenilen bilginin kalıcı biçimde depolanması ve gerektiğinde bulunup çıkartılması olarak tanımlanır. Ödüller, cezalar, çevreyle temas ve çevrenin değiştirilmesi güdülenmeyi artırdığından öğrenmede önemli rol oynarlar.

Bellek genellikle zamana ve bilginin doğasına göre iki şekilde sınıflandırılır. Zamana göre bellek, kısa süreli ve uzun süreli olarak, bilginin doğasına göre de açık (eksplisit veya deklaratif) ve örtük (implisit veya deklaratif olmayan) olarak ikiye ayrılır. Açık ve örtük bellek de kendi içinde farklı bölümlere ayrılmaktadır.

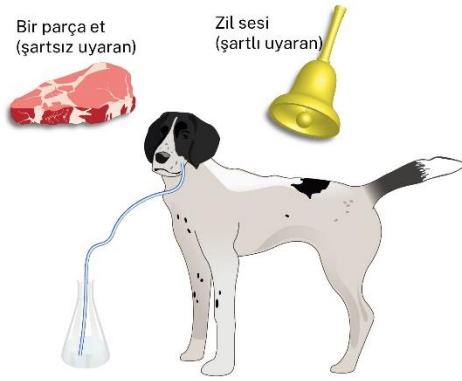
Bilginin kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe aktarımının kesilmesine başka bir deyişle, yeni bir bilginin belleğe yazılmasının bozulmasına **anterograd amnezi** denir. Geriye dönük olarak bellekteki bilgilerin silinmesine (ya da ulaşılmasına) ise **retrograd amnezi** adı verilir. Kısa süreli ve uzun süreli belleğin farklı şekillerde oluştuğu ve aralarında bir aktarım gerektiği literatürde **H.M. olgusu** olarak geçen bir hasta öyküsü ile kanıtlanmıştır.



Şekil 115. Belleğin sınıflandırılması.

Açık bellek bilinç haliyle birliktedir. Mekanlar, insanlar, eşyalar ve olaylar hakkındaki gerçek bilgidir ve hatırlanması hipokampus, temporal loblar, neokorteks ve prefrontal korteksin sağlamlığına bağlıdır. **Örtük bellek** beceri ve alışkanlıkların öğrenilmesinde işlev görür. En basit şekilleri refleks yollarla oluşmakla birlikte karmaşık formları amigdala, serebellum, striatum ve neokorteksin sağlamlığını gerektirir. Uyanıklığı ve hipokampusta işlenmeyi gerektirmez.

Klasik koşullanma, bir öğrenme stili olarak önemli olmayan bir uyarıcının önemli bir uyarıcı özelliği kazanması ile öğrenmedir. İki uyarıcı arasında kurulan bir bağı kapsar. Başlarda davranış üzerinde çok az etkisi olan uyarıcı, daha sonra refleks türü, türe özgü tipik davranışı, uyarıcı hale gelebilir. Klasik koşullanma asosiyatif belleğin en bilinen şeklidir. Klasik koşullanma ilk olarak **Ivan Pavlov** tarafından tanımlanmıştır.



Şekil 116. Koşullu refleks.

Pavlov tarafından geliştirilen bu deneyde köpeğin salya salgılarının dışa açıldığı ve toplandığı bir düzenek yaratılmıştır. **Köpeğin ağzına et konması** her koşulda yanıt oluşturan **şartsız uyarandır**. Deney sırasında köpeğin ağzına bir parça et konmadan az önce zil çalınır. Normalde salya salgısına neden olmayan zil sesi ile etin eşleştirilmesi sonucunda, köpek zil sesini duydukça salya salgısında artış olmaya başlar. **Bu düzenek, şartlı öğrenmenin ilk defa gösterildiği deneydir.**

Klasik Koşullama Deneyi

Araç-gereç: Pasif sakınma test düzeneği, erişkin sıçan.

Düzenek aydınlık ve karanlık kutu bölümlerinden oluşmaktadır. Bu iki bölüm arasında açılıp kapanabilen bir kapı bulunmaktadır. Ayrıca karanlık kutunun tabanında, deney hayvanına elektrik şoku uygulanabilmesi amacıyla tel ızgara yer almaktadır.



Şekil 117. Pasif sakınma testi

Deney aşamaları:

1. Deney hayvanının deneyin yapılacağı ortama önceden adaptasyonu sağlanır.
2. Sıçan ilk olarak, iki bölme arasındaki kapı açıkken aydınlık kutuya bırakılır.
3. Kendiliğinden karanlık kutuya geçmesi beklenir ve geçtikten sonra kapı kapatılır ve yaklaşık olarak 30 sn beklenir.
4. İki sn boyunca 1mA düzeyinde elektrik uyarısı verilir ve yaklaşık 5 sn beklenir.
5. Sıçan karanlık kutudan alınıp kendi kafesine koyulur ve 2 dk. beklenir.
6. Süre sonunda sıçan, iki bölme arasındaki kapı açık durumdayken aydınlık kutuya bırakılır ve ortaya çıkan davranış gözlenir.

Deney sonunda öğrencilerle birlikte, sıçanda ortaya çıkan davranış, bu davranışa neden olan etkenler ve bu deneyde aktif rol oynayan beyin bölgeleri konuşulur. Gerçekleştirilen bu klasik koşullama deneyindeki şartlı ve şartsız uyarılar tartışılır. Öğrencilere daha önce anlatılmış olan Pavlov'un klasik koşullama deneği ile burada yapılan deney arasındaki benzerlikler ve farklılıklar tartışılarak konu pekiştirilir.

KAYNAKLAR

Bengisu Ü.Göz Hastalıkları. 2.Baskı.Beta Basım Yayını, İstanbul,1985.

Berg, R.M., R.R. Plovsing, and M. Damgaard, Teaching baroreflex physiology to medical students: a comparison of quiz-based and conventional teaching strategies in a laboratory exercise. Adv Physiol Educ, 2012. 36(2): p. 147-53

Bittermann ME, Lolordo VM,Overmier JB,Rashotte ME,Animal learning.Survey and Analysis.Plenum Press ,New York,1979.

BSL PRO lesson A02: Contractility of Skeletal Muscle Using Frog Gastrocnemius Muscle. <https://www.biopac.com/wp-content/uploads/a02.pdf>

Bowman, W.C. Neuromuscular block. Br J Pharmacol, 2006. 147 Suppl 1(Suppl 1): p. S277-86.

Chapman RA, Howard L,Tunstal J. Experiments in Physiology (Using the Bioscience 400 Series Washington Oscillographs).Department of Physiology ,University o leicester ,UK, 1979.

Clausen JL,Prediction of Normal Values in Pulmonary Function Testing.Clinics in Chest Medicine10:135-143,1989.

Davenport HW. Asit-Baz Dengesi ve Kan gazları (Çev.Sİ Çelikoğlu, FM Göksel). İstanbul Ü.Cerrahpaşa Tıp Fak.Yayınları. İstanbul,1980.

Egan DF. Solunumsal Tedavinin Temel Kuralları(Çev.İ.Vidinel ,H.Demirağlı.)Ege ÜniversitesiMatbaası,Bornova 1976.

Frankel S.Reitman S.,Sonnenwirth AC:Gradwohl's Clinical laboratory Methods and Diagnosis,Vol.1.7th Ed.C.V .Mosby Company,Saint louis,1970.

Frog Pith & Preparation. <https://www.biopac.com/wp-content/uploads/a01.pdf>

Ganong WF.Rewiev of Medical Physiology .15thAppleton and lange Publ.California,1991.

Gardner RM.,Crapo RO,Nelson SB:Spirometry and Flow-Volume-Curves.Clinics inChest Medicine10:145-154,1989

Goldmann MJ,Principles of Clinical Electrocardiography.12th.Ed.lange Medical Publications.California.,1986.

Guyton Ac.Textbook of Medical Physiology .(8th Ed.W.B.Saunders .Philedelphia,1991.

İnsan Fizyolojisi, Türk Fizyolojik Bilimler Derneği.Ed.Kurul Başk.Erdal AĞAR.İstanbul Tıp Kitabevleri,2021

- Hariri N,Pöğün Ş.Fizyoloji laboratuvar Kitabı.1.Baskı. Ege Ü.Basımevi.İzmir,1992.
- Hurst JW,Schlant RC,Rackley CE,SonnenblichEH,Wenger NK.The Heart.7.Ed.Mc-Graw Hill,İnc.Newyork,1990.
- Jensen D:The Principles of Physiology.2nd Ed.Appleton-Century Crofts.New york,1980.
- KBB,Hastalıklar.İstanbul Tıp Fak.Klinik Ders notları.Sermet Matbaası,İstanbul,1976.
- Loğoğlu G. ve diğer yazarlar. 2003. Fizyoloji laboratuvar kılavuzu, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, No: 3. Adana
- Lyght CE: The Merck Manual of Diagnosis and Therapy.Merck and Co.Inc.USA,1976.
- Medical Physiology, Experiments and Demonstrations.Uniformed Services University of Health Sciences,Hebert School of medicine,1992.
- Neil R. Carlson.Ed.Şahin M.(8.Baskıdan Çev.) Şahin M, Büyüksu N., Oflaz F., Yüceil S, Tiyekli U., Koca Erol E, Tatlıcı G., Curun F, Erden S, Engeler A, Özcan.Fizyolojik Psikoloji Davranışın Nörolojik Temelleri, Nobel Akademik Yayıncılık,2022.
- Özer A.Pratik Hematoloji;Klinik laboratuvar ve Tedavi Bilgehan Basımevi,İzmir,1984.
- Perry WLM, Pharmacological Experiments on Isolated Preparations. Dep. Pharmacology.University of Edinburgh.Churchill livingstone. Edinburgh,1974.
- Ries AL.Measurements of lung Volumes.Clinics in Chest Medicine10:177-1861989.
- Smith LH,Thier SO.Pathophysiology,The Biological Principles of Disease.2nd Ed.W.B.Saunders Company,Philedelphia,1985
- Sodeman WA.,Sodeman TM.Pathologic Physiology.7th Ed.W.B.Saunders Company.Philedelphia,1985.
- Steedmann AT.Sinir sistemi muayenesi(Çev.Zileli T,Kalay O,Yalaz K,Sarıbaş O,Dener Ş.) Hacettepe Ün.Yayınları,1976.
- Terzioğlu M,Çakar L,Yiğit G.Fizyoloji Pratik Kitabı.İstanbul Ü.Cerrahpaşa Tıp Fak.İstanbul,1982.
- Tisi GM. Pulmonary Physiology in Clinical Medicine.Williams and Wilkins.london ,1980.
- Vidinel I. Asit-Baz Dengesi ,Fizyopatolojik Prensipler.Ege Ü.Matbaası.Bornova,1971.
- Vural S,Çetin ET,Tuzlacı U,Tağ T.Klinik Teşhiste labıratuvar.Nurettin Uycan Basımevi.İstanbul,1986.
- WHO lab.Manuel.1987.
- West's Respiratory Physiology The Essentials, 2015. Chapter 10: Tests of Pulmonary Functions.

- Yenson M.Uygulamalı Klinik Biyokimya Çalışmaları. Sulhi Garan Matbabası. İstanbul,1977.
- Yıldırım H. Biyofizik.Anadolu Ü. Basımevi,Eskişehir,1985.
- Zeile G. Hematological laboratory Methods(Ed.by Diagnostic Merck) E. Merck,Darmstadt,1984.
- Gupta, S., et al., Teaching principles of cardiovascular function in a medical student laboratory. Adv Physiol Educ, 2005. 29(2): p. 118-27.
- O'Donaughy, T.l., T.C. Resta, and B.R. Walker, laboratory demonstration of baroreflex control of heart rate in conscious rats. Adv Physiol Educ, 2002. 26(1-4): p. 309-1
- Thomas, G.D. Neural control of the circulation. Adv Physiol Educ., 2011. 35(1): p. 28-32.
- Hall JE,Hall Me.Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji 14. Baskı,Güneş Kitabevi,2021
- Zao, P., Stabler T, and lokuta A, PhysioEx 9. 0: laboratory Simulations in Physiology. 2011: Benjamin Cummings.
- https://www.saglikpark.com/yazdir/isitme_kaybinin_degerlendirilmesi.htm
- https://www.saglikpark.com/yazdir/isitme_kaybinin_degerlendirilmesi.htm

İNDEKS

A

Akomodasyon, 108
Akomodasyon refleksi, 108
Alkaloz, 90
Anal refleksi, 103
Antikoagülanlar, 6
Anyon açığı, 89
Asetilkolin, 92, 98
Asidoz, 90
Atenolol, 48
Atropin, 69, 97, 98
aVF, 53, 54, 59
aVL, 53, 54
aVR, 53, 54, 59

B

Babinski refleksi, 108, 109
Baz Fazlası(BE), 91
Brakial Nabız, 39

C

Coulter sayacı, 7

D

Dehidratasyon, 84
Diplakuzis, 122
Diyapozon, 116, 118
Dorsalis pedis, 40

E

EKG kağıdı, 51, 52, 58
Ekstrinsik sistem, 31
Emme refleksi, 109
Eritrosit, 7, 8, 9, 11, 20, 21, 22, 24, 25, 33, 34
Eritrosit indeksleri, 20
Eritrosit pipeti, 7, 9

F

Filtrasyon, 80, 85
Fovea centralis, 110, 112

G

Görme alanı, 110, 111
Granülosit, 33

H

Hemoglobin, 16, 20, 33
Heparin, 6
Hering-Traube ve Mayer Dalgaları, 46
Hipofibrinojenemi, 22

İ

İletim tipi işitme kaybı, 120, 121
İzole kalp, 65

J

J noktası, 61

K

Kalp sesleri, 35, 36, 37
Kan grupları, 26
Kardiyak oskültasyon, 35
Karotis nabızı, 39
Klasik koşullanma, 124
Koagülasyon, 27, 28, 32
Kornea refleksi, 101
Korotkow sesleri, 42, 43
Koşullama, 125
Kör nokta, 113
Kurbağa Ringer solüsyonu, 93
Kürar, 93, 98

L

Lenfosit, 15, 33
Lökosit, 7, 8, 11, 12, 13, 15
Lökosit Değerleri, 12
Lökosit formülü, 12, 13, 15
Lökosit pipeti, 8

M

Makrohematokrit, 18
MCH, 20, 33
MCHC, 20, 33
MCV, 20, 33
Metabolik, 88, 89, 90, 91
Mikrohematokrit, 18, 19

N

Nabız muayenesi, 38
Nefron, 80
Noradrenalin, 48

O

Odyometre, 119
Otoregülasyon, 80, 82

Ö

Öğrenme, 44, 86, 123
Örtük bellek, 124

P

Palpasyon yöntemi, 42
Perimetre, 110, 111, 112
Perküsyon, 77
Pilocarpin, 69
Plazma, 4, 5, 30
Presbikuzis, 122
Protrombin, 30
Protrombin zamanı, 30

R

Raller, 79
Refleks arkı, 100
Renk körlüğü, 115
Renkli, 111, 112
Renksiz, 110, 111
Respiratuvar, 88, 90
Rinne, 117, 118, 121, 122

S

Saat camı yöntemi, 29
Sahli yöntemi, 16, 18
Schwabach, 118, 122
Serum, 5, 6
Sfigmomanometre, 42
Sitrat, 6
Snellen levhası, 113, 114
Solunum, IV, 78, 87
Spektrofotometre, 24
Stetoskop, 35, 41, 76
Syanmethemoglobin, 16

T

Talasemi, 25
Tetani, 96, 97, 99
Trisepts refleksi, 105
Tromboplastin, 28, 31
Trombosit, 33, 34

V

Vazoaktif ajan, 44, 47
Venöz Kan, 88
Ventriküler repolarizasyon, 59, 61
Vibrasyon torasik, 76
Vital Kapasite, 70, 71, 72, 73, 75

W

Weber, 117, 121, 122