

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

BİYOMEDİKALDE ANATOMİ VE FİZYOLOJİ

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iv
GİRİŞ.....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1	3
1. İNSAN VÜCUDUNUN ANATOMİSİ.....	3
1.1. Temel Anatomi.....	3
1.1.1. Anatomik Bölgeler.....	4
1.1.2. Anatomik Boşluklar (Kaviteler)	4
1.1.3. Düzlem Terimleri.....	5
1.1.4. Hastanelerde Kullanılan Biyomedikal Terimler	6
1.2. Organların Anatomik Yerleşimi	8
1.3. İskelet Sistemi	11
1.3.1. Üst ve Alt Ekstremitte Kemikleri	12
1.3.2. Baş ve Gövde Kemikleri	14
1.3.3. Bağ ve Destek Doku	14
1.4. Kas Sistemi.....	15
1.4.1. Baş-Gövde ile Alt-Üst Ekstremitte Kasları.....	15
1.4.2. Görevlerine Göre Kaslar	16
1.4.3. Kasların Başlangıç ve Yapışma (Sonlanma) Yerleri	19
1.5. Dolaşım Sistemi.....	19
1.5.1. Mikrodolaşım ve Kapiller Sistemin Yapısı.....	21
1.5.2. Lenfatik Sistem.....	22
1.6. Sinir Sistemi	23
1.7. Sindirim ve Boşaltım Sistemi.....	25
1.8. Anatomik Parametreleri Kullanan Cihazlar	27
UYGULAMA FAALİYETİ	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	29
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	31
2. İNSAN FİZYOLOJİSİNDE HÜCRE, KAS, KALP VE DOLAŞIM PARAMETRELERİ.....	32
2.1. Hücre.....	32
2.1.1. Membran Potansiyelleri	33
2.1.2. Kanser	34
2.1.3. Epitel Bağ Doku	35
2.2. Kas	36
2.2.1. İskelet Kasının Fizyolojik Anatomisi	37
2.2.2. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması	38
2.2.3. Kas Dokuları.....	39
2.3. Kalp.....	41
2.3.1. Kalp Kasının Fizyolojisi	41
2.3.2. Kalp Kasının Fizyolojik Anatomisi	42
2.3.3. Kalp Döngüsü	44
2.3.4. Kalp Seslerinin Kalbin Pompalama İşlevi ile İlişkisi	45

2.3.5. Göğüste Kalp Etrafındaki Elektrik Akımları.....	46
2.4. Dolaşım.....	48
2.4.1. Dolaşımın Fiziksel Karakteristikleri.....	48
2.4.2. Dolaşım Sisteminin Fonksiyonel Bölümleri.....	48
2.4.2. Dolaşım Sisteminin Çeşitli Bölümlerinde Basınçlar.....	49
2.4.3. Dolaşım Fonksiyonunun Temel Teorisi.....	50
2.4.4. Kan Akımı.....	51
2.4.5. Mikro Dolaşım ve Kapiller.....	51
2.5. Kan.....	52
2.5.1. Kan Fizyolojisi.....	52
2.5.2. Kan Hücreleri.....	53
2.5.3. Kan Grubu Tayini.....	54
2.6. Hücre, Kas, Kalp ve Dolaşım Parametrelerini Kullanan Biyomedikal Cihazlar.....	54
2.6.1. Elektrocerrahi Cihazlardan Elektrokoter.....	54
2.6.2. Fotopletismografi.....	55
2.6.3. Normal Elektrokardiyogram.....	55
2.6.4. Kan Akımını Ölçme Yöntemleri.....	56
2.6.5. Elektromanyetik Akım Ölçer.....	56
2.6.6. Ultrasonik Doppler Akım Ölçer.....	57
2.6.7. Kan Basıncı.....	57
2.6.8. Kalp Cerrahisinde Vücut Dışı (Ekstrakorporal) Kan Dolaşımı Sağlamak.....	60
2.6.9. Ventriküllerin Elektroşok ile Defibrilasyonu.....	61
2.6.10. Santrifüj.....	61
2.6.11. Kan analizörleri.....	61
2.6.12. Kas elektrik ölçer.....	62
UYGULAMA FAALİYETİ.....	63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	70
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	72
3. İNSAN FİZYOLOJİSİNDE SOLUNUM, SİNİR AĞI, SİNDİRİM VE METABOLİZMA PARAMETRELERİ.....	73
3.1. Solunum Sistemi.....	73
3.1.1. Hücresel (İçsel) Solunum.....	73
3.1.2. Akciğer (Dışsal) Solunum.....	74
3.2. Sinir Sistemi Fizyolojisi.....	76
3.2.1. Beyin ve Beyin Alanları.....	76
3.2.2. Merkezi Sinir.....	78
3.2.3. Sinir Reseptörleri.....	79
3.2.4. Duyu Sinirler.....	81
3.2.5. Motor Sinir.....	88
3.3. Metabolizma.....	88
3.4. Sindirim ve Boşaltım Sistemi Fizyolojisi.....	89

3.4.1. Ağız	90
3.4.2. Yutak.....	91
3.4.3. Yemek Borusu	91
3.4.4. Mide	91
3.4.5. İnce Bağırsak	91
3.4.6. Kalın Bağırsak	91
3.4.7. Karaciğer	91
3.4.8. Pankreas	92
3.5. Solunum, Sinir Ağı, Etabolizma, Sindirim ve Boşaltım Parametrelerini Kullanan Biyomedikal Cihazlar	92
3.5.1. İndikatör Seyreltme Yöntemi	92
3.5.2. Beynin Elektriksel Aktivite Haritası Cihazları.....	92
3.5.3. Göz Sinir Elektrik Aktivite Takibi (ERG)	93
3.5.4. Ağrı Giderimi İçin Elektrik Uygulaması, TENS	93
3.5.5. Merkezi Sinir Sisteminin Elektriksel Stimülasyonu	93
3.5.6. Solunum Sistemi Cihazları.....	94
3.5.7. Kısa Dalga Diyatermisi	94
UYGULAMA FAALİYETİ	95
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	98
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	99
CEVAP ANAHTARLARI	103
ÖNERİLEN KAYNAKLAR	105
KAYNAKÇA.....	106

AÇIKLAMALAR

KOD	721T00003
ALAN	Biyomedikal Cihaz Teknolojileri
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Biyomedikalde Anatomi ve Fizyoloji
MODÜLÜN TANIMI	Biyomedikal cihazlarla ilgili insan anatomi ve fizyoloji bilgilerini uygulamalı kullanabilme becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Biyomedikal sistemlerde cihazların kullandığı vücut parametrelerini bilerek, anatomik ve fizyolojik parametre özelliklerini ayırt etmek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında biyomedikal sistemlerde cihazların kullandığı vücut parametrelerini bilerek anatomik ve fizyolojik parametre özelliklerini doğru olarak ayırt edebileceksiniz. Amaçlar Ø İnsan vücudunun temel anatomik yapısını ayırt edebilecektir. Ø İnsan fizyolojisinde hücre, kalp, kas, dolaşım parametreleri ayırt edebileceksiniz. Ø İnsan fizyolojisinde solunum, sinir ağı, sindirim ve metabolizma parametrelerini ayırt edebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Atölye ortamı, anatomi haritaları, anatomik ve fizyolojik maketler. Analizör, simülatör, osiloskop, sinyal jeneratörü, mikroskop, stetoskop, tansiyon aleti, akciğer balonu, ışık kaynağı, ses kaynağı, çekiç, iğne, turnusol ayırıcı, vücut termometresi
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Bu modül öğrenme faaliyeti içermektedir. Her öğrenme faaliyeti sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendirebileceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile Biyomedikal Cihaz Teknolojileri alanında vücut parametrelerini bilmek, fizyolojik parametre özelliklerini ayırt etmek sizler için çok yararlı olacaktır.

Biyomedikal cihazların çalışma parametreleri doğrudan ya da dolaylı olarak insan vücudunun anatomik ve fizyolojik parametreleriyle ilişkilidir. Biyomedikal Cihaz Teknolojileri geçmişten günümüze tıbbın tanı ve tedavilerinde sağlık personelimize rahatlık ve güven sağlaması amacıyla geliştirilmiştir.

İleriki aşamalarda göreceğiniz modüllerle bu gördüğünüz modülden edindiğiniz yeterlilikle kullanıcılarla daha rahat iletişim kurarak teknik problemleri daha rahat algılayıp çözümleyebilecek ve kullanıcı isteklerine göre teknik destek verebileceksiniz.

Biyomedikalde anatomi ve fizyolojiye yönelik temel ölçme ile ilgili sorularınızın cevabını bu modülde bulabileceksiniz.

Biyomedikal Cihaz Teknolojileri alanında, sağlık personellerimizin yaptığı kadar değerli, insan sağlığını koruma ve kurtarmaya yönelik teknik destek çalışmalarını yaptığınızı bilmenin size büyük hazlar vereceğinden ve sizin de bunun önemini bilerek çalışacağınızdan eminiz.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında Biyomedikal Cihaz Teknolojilerinde kullanılan insan anatomisine ait temel anatomik yapısının nasıl algılandığını öğrenebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø İnsanda, organların anatomik haritada konumunu araştırınız.
- Ø İnsanda, iskelet sistemi ve kemiklerin anatomik haritada konumunu araştırınız.
- Ø İnsandaki sindirim sisteminin anatomik haritada konumunu araştırınız.
- Ø İnsandaki kas sisteminin anatomik haritada konumunu araştırınız.
- Ø İnsandaki dolaşım sisteminin anatomik haritada konumunu araştırınız.
- Ø İnsandaki sinir sisteminin anatomik haritada konumunu araştırınız.
- Ø Anatomik parametreleri kullanan cihazları araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamından, tıbbi eğitim veren kurum kütüphanelerinden, doktorlardan, hemşirelerden, teknisyenden temsilcilerden ve tıbbi malzeme satan firmalarla hastanelerden bilgi almanız yararlı olacaktır.

İnternet arama motorlarından “anatomi - anatomy”, “skeleton - iskelet”, “bone - kemik”, “muscle - kas”, “circulation - dolaşım”, “nevre - sinir ağı”, “neuron - nöron”, “assimilation - sindirim”, “digestion”, “gastrointestinal”, “boşaltım”, “üroloji”, www.innerbody.com, www.biyomedikal.org, adresinden “biomedical device - biyomedikal cihaz”, “biomedical equipment - biyomedikal aparat” olarak inceleyiniz.

1. İNSAN VÜCUDUNUN ANATOMİSİ

1.1. Temel Anatomi

Anatomi, vücut bölümlerinin yapısını ve gelişimini inceleyen bir bilim dalıdır. İnsan vücudunun anatomik pozisyonu ve vücut düzlemlerini bilmek gerekir. Bu bilgilerle görüntüleme sistemlerinde çekimler için gerekli pozisyonları ifade etmek de önemlidir. İnsan vücudu dış şekline göre ikiye ayrılabilir.

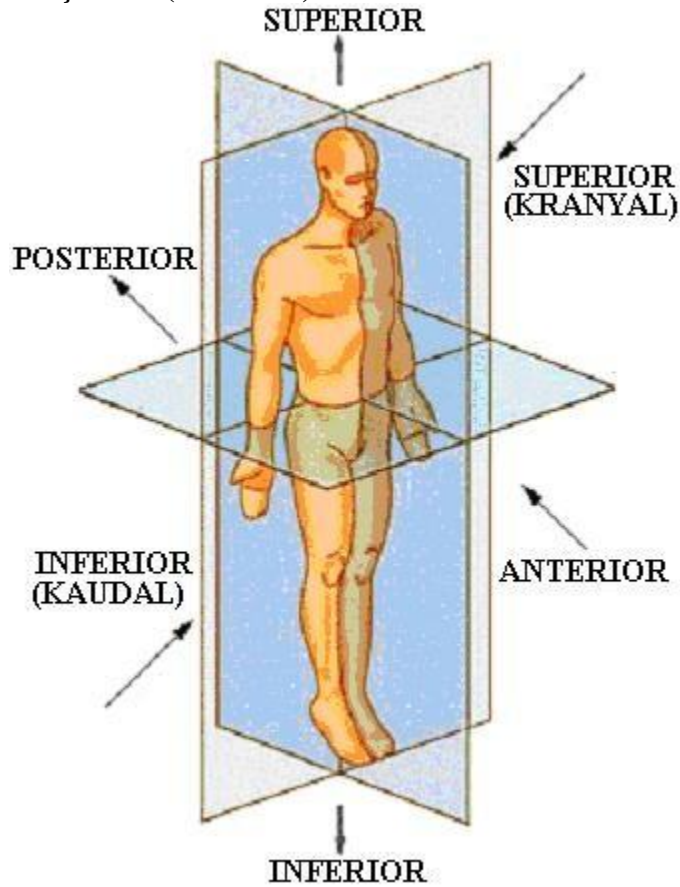
Kol ve bacaklar insan vücudunun uzuvlarını (extremite), boyun (collum), baş (skull). Gövde (truncus) ise diğer kısımlarını meydana getirir ve kendi içinde üçe ayrılır.

- Ø Göğüs (thorax)
- Ø Karın (abdomen)
- Ø Leğen (pelvis)'dir.

1.1.1. Anatomik Bölgeler

- Ø Kafa bölgesi (regio capitis)
- Ø Yüz bölgesi (regio facialis)
- Ø Boyun bölgesi (regio cervicalis)
- Ø Ense bölgesi (regio nuchae)
- Ø Omuz bölgesi (regio deltoidea)
- Ø Koltuk bölgesi (regio axillaris)
- Ø Göğüs bölgesi (regio thoraxis)
- Ø Meme bölgesi (regio mammalis)
- Ø Karın bölgesi (regio abdominalis)
- Ø Sırt-bel bölgesi (regio dorsalis)
- Ø Apış arası bölgesi (perine, regio perinalis)
- Ø Üst extremitate (regio extremitalis superior)
- Ø Alt extremitate (regio extremitalis inferior)

1.1.2. Anatomik Boşluklar (Kaviteler)



Resim 1.1: İnsan anatomik düzlemleri

- Ø Kafatası ve omurga boşluğu (cavum cranium – spinal kavite)
- Ø Göğüs boşluğu (toraksik kavite)
- Ø Karın (abdominal) ve leğen (pelvis) boşluğu; karın boşluğu periton zarıyla örtülüdür.
- Ø Ortadaki kısımlar (median); göğüs kemiğinin altına epigastrik bölge, göbük etrafına umblikal, onun altına da hipogastrik bölge denir.
- Ø Yanlardaki kısımlar (lateral); Kaburgaların altına düşen kısma hipokondriak, bel kısmına lumbar ve kasık kısmına iliak bölge denir.

1.1.3. Düzlem Terimleri

- Ø Sagital düzlem (vertikal): Vücudu sağ ve sol olmak üzere ikiye ayırır.
- Ø Koronal düzlem: Vücudu ön ve arka olmak üzere ikiye ayıran düzlem.
- Ø Aksiyal düzlem (horizontal): Vücudu alt ve üst olmak üzere ikiye ayırır.
- Ø Anterior (ventral): Vücudun veya ilgili bölgenin ön kesimidir.
- Ø Posterior (dorsal): Vücudun ya da ilgili vücut bölgesinin arka kesimidir.
- Ø Süperior (kranyal): Üst kısımdır.
- Ø İnférieur (kaudal): Alt kısımdır.
- Ø Santral: Orta kısımdır.
- Ø Medial: Orta sagital düzleme yakın olan kısımdır.
- Ø Lateral: Orta sagital kesimden uzak olan kısımdır.
- Ø Oblik: Tam yan olmayan pozisyonudur.
- Ø Proksimal: Bir vücut parçasının vücut merkezine yakın olan kısımdır.
- Ø Distal: Merkezden uzak olan kısımdır.
- Ø Tanjansiyel: Teğet geçiş
- Ø Perpendiküler: Dik
- Ø Erekt: Ayakta
- Ø Semierekt: Yarıyatar
- Ø Rekumbent: Yatar
- Ø Supin: Sırtüstü yatar pozisyon
- Ø Pron: Yüzükoyun yatar pozisyon
- Ø Trendelenburg: Başaşağı
- Ø Dekübitüs: Yatar durumda iken x-ışınını yere yatay göndermeyi ifade eder.

1.1.4. Hastanelerde Kullanılan Biyomedikal Terimler

1.1.4.1. Anatomik Muayene ile İlgili Terimler

- Ø İnceleme: Görme yoluyla gerçekleşen muayene
- Ø Palpasyon: Dokunarak elle yapılan muayene
- Ø Perküsyon: Vücudun belli bölgelerine parmakla vurularak gerçekleştirilir.
- Ø Oskültasyon: Dinlemek anlamına gelen bu terim genellikle stetoskop ve fetoskop aleti yardımıyla yapılır.
- Ø Endoskopi: Laparoskop (organ içi), bronoskop, laringoskop gibi araçlarla derin kısımlarda yer alan organların incelenmesidir.

1.1.4.2. Radyoloji ile İlgili Terimler

- Ø Radyografi: Film veya görüntüleme işlemidir.
- Ø Radyogram: Görüntüleme işlemi sonucu elde edilen film ve ya görüntüdür.
- Ø Dansite: Filmin x-ışını fotonlarına vermiş olduğu siyah renk tonlamasıdır.
- Ø Distorsiyon: Objenin görüntüsünün orijinalinden farklı olarak yansımalarıdır.
- Ø Noiz: Görüntünün izlenmesine engel olan, radyografik dansitedeki istenmeyen değişikliklerdir.
- Ø Radyolüsent (hipodens): X-ışını geçirgenliğinin fazla olması. Siyahlaşma olarak görülür.
- Ø Radyopak (hiperdens): X-ışını geçirgenliğinin az olması. Beyazlaşma olarak görülür.
- Ø Kontrast: Zıtlık. İki komşu yapının arasındaki görünüm farkı. Fark ne kadar fazla ise kontrast o kadar fazladır.
- Ø Kontrast madde: X-ışını ile tepkimeye girip kontrast oluşturarak görülebilirliği ve ayırt edilebilirliği artıran maddelerdir.
- Ø Sialografi: Tükürük bezlerinin ve kanallarının kontrast madde verilerek yapılan radyografik tetkikidir.
- Ø Enteroklizis: İnce bağırsak görüntüleme tekniği.
- Ø Kolesistografi: Safra kesesini görüntüleyen radyografik tetkiktir.
- Ø Kolanjiografi: Safra yollarının görüntülenmesidir.
- Ø Ürografi: Üriner sistemin görüntülenmesidir.
- Ø Pyelografi: Böbrek toplayıcı sisteminin ve üreterin görüntülenmesidir.
- Ø Sistografi: Mesanenin görüntülenmesidir.
- Ø Histerosalpingografi: Uterus ve uterus tüplerinin görüntülenmesidir.
- Ø Arteriografi: Atar damarların görüntülenmesidir.
- Ø Venografi: Toplardamarların görüntülenmesidir.
- Ø Splenoportografi: Portal damarların gösterilmesidir.
- Ø Lenfanjiografi: Lenf damarlarının görüntülenmesidir.

- Ø Myelografi: Subaraknoid aralığa kontrast madde verilerek yapılan spinal kanalın görüntülenmesidir.
- Ø Dakriosistografi: Lakrimal sistemin görüntülenmesidir.
- Ø Artrografi: Eklem içine kontrast verilerek yapılan görüntülemesidir.
- Ø Emisyon (Yayma): Enerji kaynağı vücuttur. RG ve MRG' de olduğu gibi.
- Ø Transmisyon (Geçme): X-ışınının vücudu geçmesi
- Ø Refleksiyon (Yansıma): Gönderilen enerji vücuttan yansır ve görüntü oluşturulur; US'de olduğu gibi.
- Ø Ekspojür: Havadan geçen x-ışınının iyonizasyona neden olmasıdır.
- Ø Röntgen: Ekspojür birimidir.
- Ø RAD: Radyasyon absorpsiyon dozu birimidir. Radyasyona maruz kalma sonucu enerji depolanması radyasyon absorpsiyon dozudur.
- Ø REM: Radyasyon eş değer doz birimidir. Mesleki ekspojürü ifade eder.
- Ø Dijital: Sayısal, bilgisayarlı görüntüleme.
- Ø Artefakt: İstenmeyen görüntüler.
- Ø Rezolüsyon: Bir sistemin bir objeyi görüntüleyebilme yeteneğidir veya ayırt edebilme gücü, çözünürlük.
- Ø Antegrad: Akım yönü ile aynı
- Ø Retrograd: Akım yönünün tersi

1.1.4.3. Ultrasonografi (US) ile İlgili Terimler

- Ø US: Ultrasonografi
- Ø Prob: US görüntüsü elde etmek için kullanılan ses dalgasını gönderen ve alan alet
- Ø Doppler US: Kan akım hızı ve akım karakteristiklerini araştırmada kullanılan bir inceleme yöntemidir.
- Ø Ekojenite: Sesi yansıtılabilir derecesi, siyah-beyaz arasında görülür.
- Ø İzokojen: Sesi aynı derecede yansıtan
- Ø Hiperekojen: Karşılaştırılan dokuya göre daha ekojen yani daha parlak veya beyaz.
- Ø Hipoekojen: Karşılaştırılan dokuya göre daha az ekojen, yani daha koyu.

1.1.4.4. Bilgisayarlı Tomografi (CT: Computed tomografi) ile İlgili Terimler

- Ø HU (Hounsfield Ünitesi): BT'de dansite birimi.
- Ø Dansite: Objenin X -ışınını zayıflatma miktarını belirtir, iyonlaşma miktarı.
- Ø İzodens: Karşılaştırılan doku veya yapı ile aynı dansitede olma.
- Ø Hipodens: Karşılaştırılan dokuya göre daha düşük dansitede olma, daha koyu.
- Ø Hiperdens: Karşılaştırılan dokuya göre daha dens olma, daha açık.

- Ø Pencere genişliği (window width): Siyah-beyaz arasında görmek istediğimiz gri noktaların alt ve üst dansite sınırları, yani görmek istediğimiz dansite sınırları.
- Ø Pencere seviyesi (window level): Tam gri görülen orta dansite değeri, pencere genişliğinin orta noktası.

1.1.4.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ile İlgili Terimler

- Ø İntensite: Sinyal yoğunluğu; siyah-beyaz aralığında gri noktalar olarak görülür.
- Ø Hipointens: Karşılaştırılan dokuya göre sinyali daha az, yani siyaha yakın
- Ø İzointens: Aynı sinyalde
- Ø Hiperintens: Sinyali daha yoğun yani daha beyaz.

1.1.4.6. Sintigrafi (Nükleer Tıp) İle İlgili Terimler

- Ø Radyofarmasötik: Sintigrafik görüntülemeye kullanılan maddeler
- Ø Aktivite: Radyofarmasötik maddeyi tutabilme miktarı
- Ø Hipoaktif: Rölatif olarak daha az tutan, daha açık veya beyaza yakın görülür.
- Ø Hiperaktif: Daha fazla tutan, daha koyu veya siyaha yakın görülür.

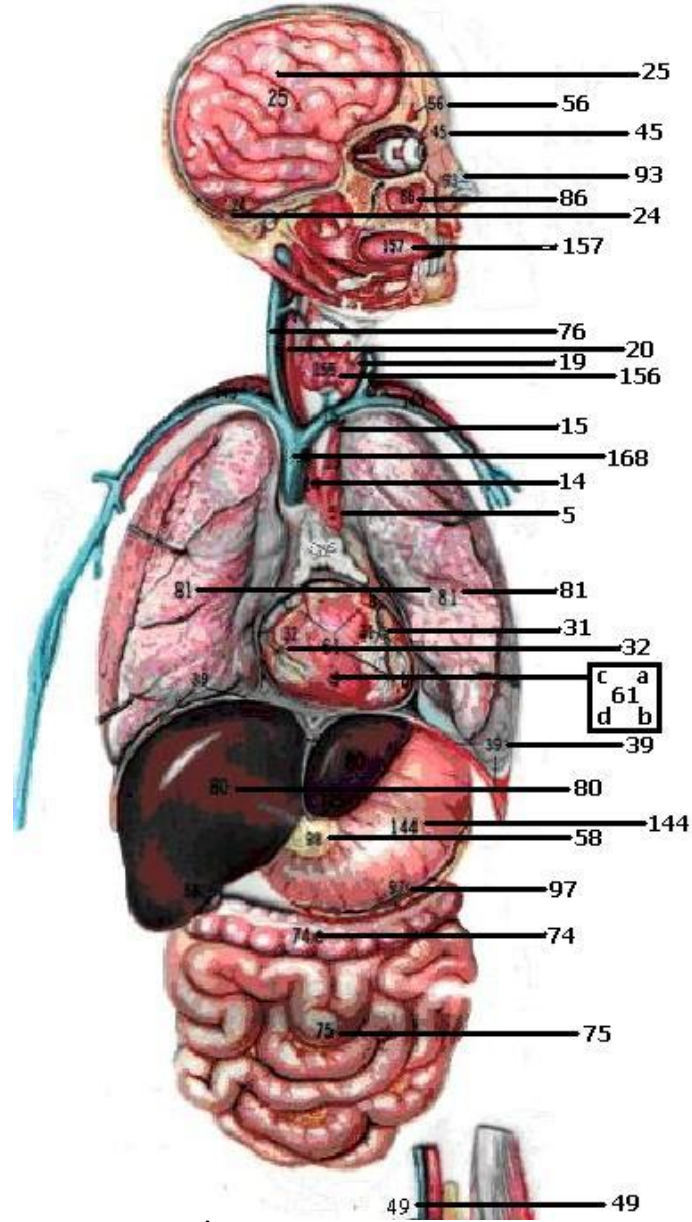
1.2. Organların Anatomik Yerleşimi

Tıbbi cihazların verilerin doğru alınabilmesi ve hastanın ölçümlerden en az zararı alması için kullanım yerlerini doğru bilmek gerekir. Cihazların bir kısmı insan sağlığındaki önemleri gereği tek bir organın veya sistemin bir parçasının incelenmesi için tasarlanmıştır. Ölçümlerin sağlıklı alınabilmesi için cihazların insan üzerinde doğru yerlere uygulanması gerekir.

İnsan vücudu üç kısımda incelenir. Kafatası, gövde ve kol-bacak. Kol-bacak kısımlarında organ olarak nitelendirilecek organ dokuları yoktur. Bu organları detaylı olarak fizyolojik yapıda inceleyeceğiz. Şimdi insanın önden görünüşü ile organların anatomik yerleşimini inceleyelim.

- Ø 5. Aorta (great artery) – kalpten çıkan en büyük atardamar
- Ø 14. Brachiocephalic trunk (artery) - atardamar
- Ø 15. Brachiocephalic vein – toplardamar
- Ø 19. Carotid artery, left common – baş sol atardamar
- Ø 20. Carotid artery, right common
- Ø 24. Cerebellum (hindbrain) – alt beyin (baş sağ atardamar)
- Ø 25. Cerebrum (forebrain) üst beyin (Kafatası üst ve arka kısmındadır)
- Ø 31. Coronary (heart) artery and vein, left – kalbi besleyen sol atardamar ve toplardamar
- Ø 32. Coronary (heart) artery and vein, right - kalbi besleyen sağ atardamar ve toplardamar

- Ø 39. Diaphragm (breathing muscle) – diyafram (göğüs ve karnı ayıran zar şeklinde kas yapısı)
- Ø 45. Eyeball – göz topu
- Ø 49. Femoral artery, vein, nevre – bacak atardamar, toplardamar ve sinir
- Ø 56. Frontal sinus (airspace) – sinüs boşluğu.
- Ø 58. Gallbladder – safra kesesi (Midenin hemen sağ üstündedir.)
- Ø 61. Heart: - kalp (Kaburga kemiklerinin orta birleşme alt noktasından 3-4 parmak üsttedir)
 - Ø a. Left auricle – sol kulakçık
 - Ø b. Left ventricle –sol karıncık
 - Ø c. Right auricle –sağ kulakçık
 - Ø d. Right ventricle –sağ karıncık
- Ø 74. Intestine, large (colon) – kalın bağırsak (Kaburga kemiklerinin bitimiyle kalça kemiğinin iç kısmının tamamında – karın boşluğundadır.)
- Ø 75. Intestine, small (jejunum and ileum) – ince bağırsak (Kaburga kemiklerinin orta birleşme alt noktasından bir iki parmak altıdır ve soldan sağa doğru eğilidir)
- Ø 76. Jugular vein, internal – boyun toplardamar
- Ø 80. Liver – karaciğer (Kaburga kemiklerinin bitiminde alt sağ kısımda bulunur.)
- Ø 81. Lung – akciğer (Kaburga kemiklerinin her iki tarafının alt kısmında bulunur.)
- Ø 86. Maxillary (cheek) sinus – sinüs boşluğu (Kafatası burun çukurunun üstündedir.)
- Ø 93. Nasal callages – burun boşluğu (Kafatasının ön ortasındadır)
- Ø 97. Omentum, greater (cut) – bağırsakları örten yağca zengin doku
- Ø 144. Stomach – mide (Göğüs kaburgalarının bittiği bölümü sol altındadır.)
- Ø 156. Thyroid gland – tiroid bezi (Boyun omuru bölgesinin – boynun tam ön ortasındadır.)
- Ø 157. Tongue – dil (Kafatasının çene kemiği üzerinde ağız içinde bulunur.)
- Ø 168. Vena cava (great vein). Superior – üst ana toplardamar

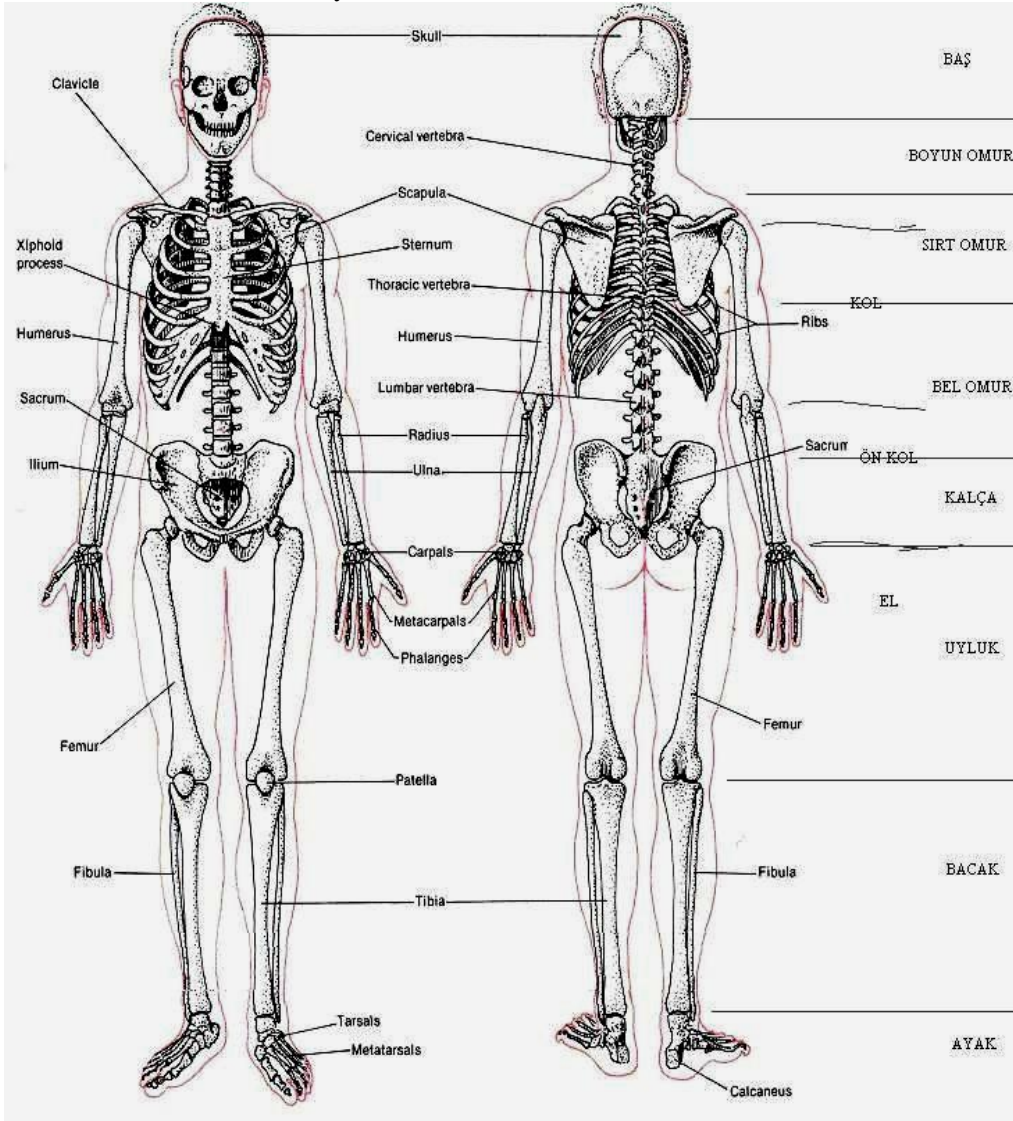


Resim 1.2: İnsan organlarının anatomik yerleşimi

Görmüş olduğumuz organların anatomik yerleşimini görmüş olduk. Sınıftaki arkadaşlarınızla maket veya model üzerinde organların isimlerini sorma veya ismi verilen organın anatomik yerini göstererek uygulama çalışmaları yapınız.

1.3. İskelet Sistemi

Cihazların bir kısmı, insanın isteklerini yerine getirmesini mümkün kılan yapı taşı niteliğindeki kemiklerimizi ve iskelet sistemimizi incelemek için tasarlanmıştır. Bu verilerin sağlıklı alınabilmesi için cihazların istenilen yere uygulanması gerekir. Şimdi bu konuları anatomik harita üzerinde inceleyelim.



Resim 1.3: İnsanın iskelet sistemi kemikleri

- Ø Skull: Baş; kafatası.
- Ø Clavicule: Köprücük kemiği.
- Ø Cervical vertebra: Boyun omuru.
- Ø Scapula: Kürek kemiği.
- Ø Sternum: Göğüs kemiği.
- Ø Xiphoid process: Sternum kemiğinin alt ucu.
- Ø Humerus: Kol kemiği.
- Ø Thoracic vertebra: Sırt omurgası.
- Ø Ribs: Costa - Kaburga kemiği.
- Ø Lumbar vertebra: Bel omurgası.
- Ø Radius: Dış ön kol kemik.
- Ø Ulna: İç ön kol kemiği.
- Ø Sacrum: Kuyruk sokumu kemiği.
- Ø Ilium: Kalça kemiği.
- Ø Carpals: El bileği kemikleri.
- Ø Metacarpals: El tarağı kemikleri.
- Ø Phalanges: El parmakları kemikleri.
- Ø Femur: Uyluk kemiği.
- Ø Patella: Diz kapağı kemiği.
- Ø Fibula: Kaval kemik.
- Ø Tibia: Bacak kemiği.
- Ø Tarsals: Ayak bileği kemiği.
- Ø Metatarsals: Ayak tarağı kemiği.
- Ø Calcaneus: Topuk kemiği.

İnsan iskeleti iki bölümde incelenir. Bunlar: üst ve alt ekstremitte kemikleri; baş ve gövde kemikleri.

1.3.1. Üst ve Alt Ekstremitte Kemikleri

1.3.1.1. Üst Ekstremitte

Üst ekstremitte kemikleri öncelikle omuz hizasında kürek kemiği ve köprücük kemiğinden oluşan omuz eklemi kemikleri ile başlar. Kol kemiği (humerus) ile devam ederek, ön kol kemikleri olan dış ön kol kemiği ve iç ön kol kemiği olarak devam eder ve el kemiklerine ulaşılır. El kemikleri; 8 el bileği kemiklerini, 5 el tarağı kemiğini, 14 el parmağı kemiğini kapsar. Her üst ekstremitteki toplam kemik sayısı 32'dir.

Köprücük kemiği, kıvrımları silik bir S biçiminde uzanır. Bedenin orta çizgisinde bulunan göğüs kemiğinden (sternum) humerus kemiğine kadar uzanır ve bu kemiklerin ikisiyle de eklenmiştir.

Kürek kemiği, tabanı yukarda bir üçgen biçimindedir. Omuzun arka bölümünde yer alır. İki köprücük kemiği ve iki kürek kemiği göğüs kemiğiyle birlikte, bedenın üst kısmında tam olmayan bir elips oluşturur. Bu elips tam değildir; çünkü iki kürek kemiği sırtta birbiriyle eklemleşmeyip, çevrelerindeki kaslar tarafından tutulurlar.

Humerus kemiği bütün kol boyunca uzanan tek bir kemiktir. Kol kemiğinin üst ucunda kürek kemiğinin içbükey bölümüyle eklemleşen ve baş adı verilen bir şişlik vardır. Bu iki kemiğın oluşturduğu eklem omuz eklemi olup, kolun birçok yönde rahatça dönebilmesini sağlar.

Ön kolun kemikleri; dış ön kol kemiği ve iç ön kol kemiği, hemen hemen paralel olarak, dirsekten, el bileğine kadar uzanır, kol kemiğiyle menteşe biçiminde eklemleşirler. Ön kol ancak 180 dereceye kadar bir açıyla ve yalnız bir düzlem üzerinde hareket edebilir. Bu yüzden, dirsek hareketlerinin serbestliğı, omuz eklemine oranla kısıtlıdır.

Elin kemikleri, el bileğı kemikleri (ossa carpi), el tarağı kemikleri (ossa metacarpi) ve el parmağı kemikleri (phalanx) olarak gruplandırılmıştır. El bileğı (carpus), her biri 4 kısa kemik kapsayan yatay iki sıra halinde 8 el bileğı kemiğinden oluşur. Bu 8 küçük el bileğı kemikleri, bileğe iyi bükülebilme yeteneğı kazandırır.

El tarağı (metacarpus), elin ayası boyunca uzanan 5 uzun el tarağı kemiğinden oluşur.

1.3.1.2. Alt Ekstremitte Kemikleri

Alt ekstremitte kemikleri üst ekstremitteye uygun olarak sınıflandırılmıştır; 2 kalça kemiği ile omurganın kuyruk sokumu kemiği arasında oluşan leğen kavşağı (pelvis). Uyluk kemiği (femur). Diz kemiği (patella). Bacak kemikleri (Tibia ve Fibula). 7 ayak bileğı kemiği, 5 ayak tarağı kemiği ve 14 ayak parmağı kemiğinden oluşan ayak kemikleri.

Her kalça kemiği (Coxa); üç ayrı kemiğın birleşmesiyle oluşur: Kalça kemiği kanadı (ilium), oturga kemiği (ischium) ve çatı kemiği (pubis). Bu üç kemik çocuklarda ayrıktır büyüklerde ise kaynaşmıştır.

Birleştikleri yerde hokka çukuru (acetabulum) denen ve uyluk kemiğiyle eklemleşme yeri olan yuvarlak bir çukur bulunur. Leğen kavşağı (pelvis) tam bir halka oluşturur. Her iki kalça kemiği, önde, çatı kemikleri birleşme yeri (pubic symphysis) olan az oynar bir eklemde birleşirler. Arkada ise, kuyruk sokumu kemiğiyle (sacrum) eklemleşirler. Leğen kavşağı ortasındaki açıklık kadınlarda, erkeklere oranla daha geniştir; doğum sırasında bebek bu açıklık boyunca ilerler; o sırada leğen kavşağı eklemelerinin ve bağlarının da gevşemesiyle, açıklık biraz daha genişler.

Bacak kemikleri; bacağın alt bölümünde iki uzun ve paralel kemik vardır. Kaval kemiği, bedenın orta çizgisi yakınında, kamaş kemik ise bu çizginin dışında yer alır. Kaval kemiğinin üst ucu, uyluk kemiği ve diz kemiğiyle eklemleşir.

Ayak kemikleri; ayak bileği (tarsus), ayak tarağı (metatarsus) ve ayak parmağı kemikleri olarak üçe ayrılır. Ayak bileği, 7 ayak bileği kemiğinden oluşur. Ayak tarağı ayak tarağı kemiği, ayak bileği kemiklerinden ayak parmaklarına kadar uzanır. Ayak bileği ve ayak tarağı kemikleri ayağı oluşturur. El parmaklarında olduğu gibi ayak parmakları da yalnızca 2 ayak parmağı kemiği bulunan ayak başparmağı dışında, üçer ayak parmağı kemiğini kapsar.

Uyluk ve diz kemiği (femur, patella); üst ucu kalça kemiğiyle, alt ucu tibia ve diz kemiğiyle (ya da diz kapağı kemiği) eklenmiştir. Uzun bir kemik olan uyluk kemiği yarım küre biçimindeki başıyla, kalça kemiğinin hokka çukuruna eklenmiştir. Bu da hareket yeteneği fazla olan bir eklemdir.

Diz kemiğinin, kol iskeletinde bir karşılığı yoktur. Diz ekleminin önünde yer alan bu küçük kemik, uyluk kemiğinin alt ucuyla eklenmiştir.

Kemik yapılarının genelinde iç kısımda ilik dediğimiz sinir ve kan kanallarının bulunduğu boş bir alan bulunur. Kemiklerdeki anatomik problemlerde beyni uyaran sinir ağları bulunur.

1.3.2. Baş ve Gövde Kemikleri

Bu kemik grubu alt üyeleri, kafa ve gövde olarak iki gruba ayrılır.

1.3.2.1. Baş Kemikleri

Kafa kemikleri; 1 hyoid ve 3 çift kulak kemikçisi ile toplamda 29 adettir. Başlıca kafa kemiklerini ayırırsak:

Kafatası beyin bölümü kemikleri (neurocranium): Kafatası kemiklerinin bazılarının isimleri; temporal kemik, frontal kemik, occipital kemik vs.dir.

Yüz kemikleri (viscerocranium): Yüz kemiklerinin bazılarının isimleri; maksiler kemik, vomer vs.dir.

1.3.2.2. Gövde Kemikleri

Bu kemiklerin en önemlileri omur (24 hareketli omur; servikal 7 , torakal 12 , lomber 5 ve 9 sabit omur; sakrum 5 , cocixs 4 olmak üzere toplam 33), kaburga (sağ sol çiftlerin toplamı 24 adet kaburga kemiği)

1.3.3. Bağ ve Destek Doku

Genel olarak bağ dokusu vücudun çeşitli kısımlarını birbirine bağlar. Destek dokusu ise vücudun yumuşak kısımlarına destek görevi yapar ve ikiye ayrılır:

Kemik doku: Hücrelerine osteosit denir. Hücre arası sıvısına osein denir. Alyuvarlar ve akyuvarlar kırmızı kemik iliğinde üretilir. Kan hücreleri kanalikul adı verilen ince uzantılarıyla birbirleriyle ilişkilidirler.

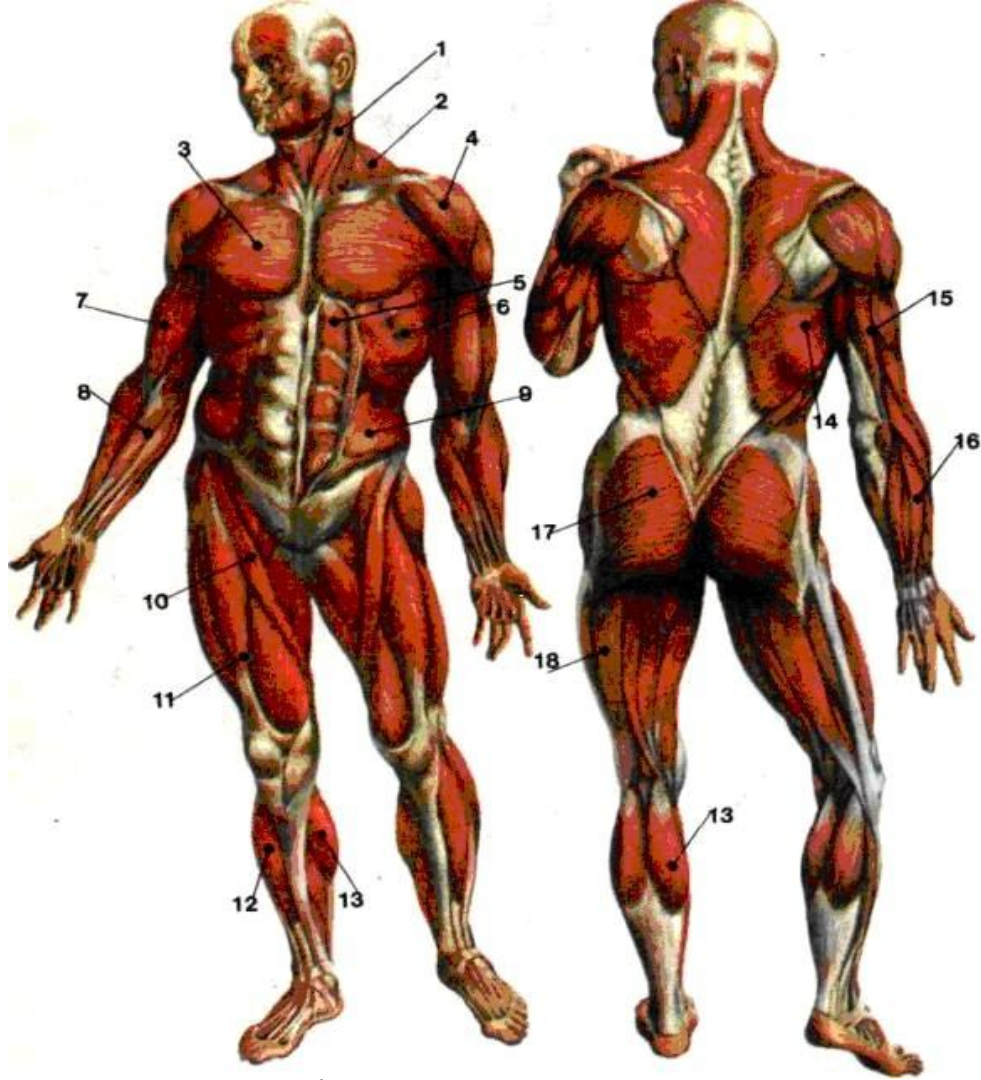
Kıkırdak doku: Daha çok omurgasızlarda görülür kan damarı ve sinir içermez. Difüzyonla beslenir. 3'e ayrılır: a. Hiyelin kıkırdak b. Esnek kıkırdak c. Lifli kıkırdak

İskelet anatomik yerleşimini görmüş olduk. Sınıftaki arkadaşlarınızla maket veya model üzerinde kemik isimlerini sorma veya ismi verilen kemiklerin anatomik yerini gösterme gibi uygulamalar yapınız.

1.4. Kas Sistemi

Cihazların bir kısmı insana hareket becerisini sunan kas sisteminin incelenmesi için tasarlanmıştır. Bu verilerin sağlıklı alınabilmesi için cihazların insan üzerinde doğru yerlere uygulanması gerekir. Şimdi bu konuları anatomik harita üzerinde inceleyelim.

1.4.1. Baş-Gövde ile Alt-Üst Extremitate Kasları



Resim 1.4: İnsanın başlıca kaslarının genel görünümü

1. Göğüs - köprücük - şakak kası (sternocleidomastoid muscle)
2. Yamuk kas (trapezius muscle)
3. Göğüs büyük kası (pectoral muscle)
4. Delta kası (deltoid muscle)
5. Karın doğru kası (rectus abdominis muscle)
6. Dişli ön kas (serratus anterior muscle)
7. Kol ikibaşlısı (biceps brachi muscle)
8. Bileğin bükücü dış kası (brachioradialis)
9. Karın dış-eğik kası (abliuus externus muscle)
10. Terzi kası (sartorius muscle)
11. Uyluk doğru kası (quariceps temoris muscle)
12. Bacak ön kası (tibialis anterior muscle)
13. Baldır ikiz kası (gastroknemius muscle)
14. Sırt geniş kası (latissimus dorsi muscle)
15. Kol üçbaşlısı (triceps brachi muscle)
16. Parmakların birleşik açıcı kası (extansör digitorum muscle)
17. İ'ye büyük kası (gluteus maximus muscle)
18. Uyluk ikibaşlısı (biceps temoris muscle)

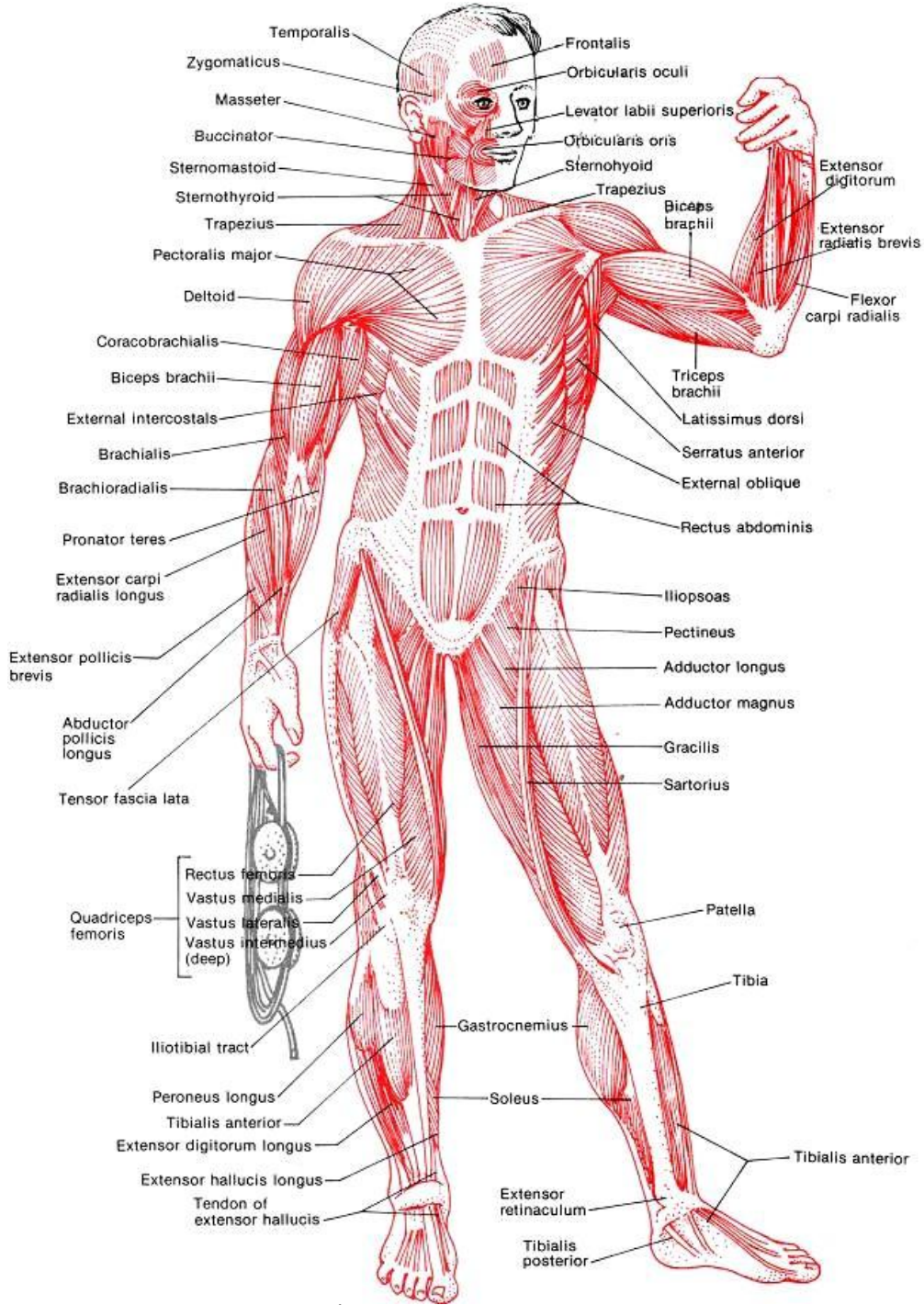
Hareket, hayvanların başlıca özelliklerinden biridir. İnsanlarda hareket, kasılma özelliği olan kaslar aracılığıyla sağlanır. Kaslar kasıldığında, bedenin bir bölümünün duruşu değişir. Düzenli hareket, bedendeki birçok kasın uyumlu kasılması ve gevşemesinin ürünüdür.

1.4.2. Görevlerine Göre Kaslar

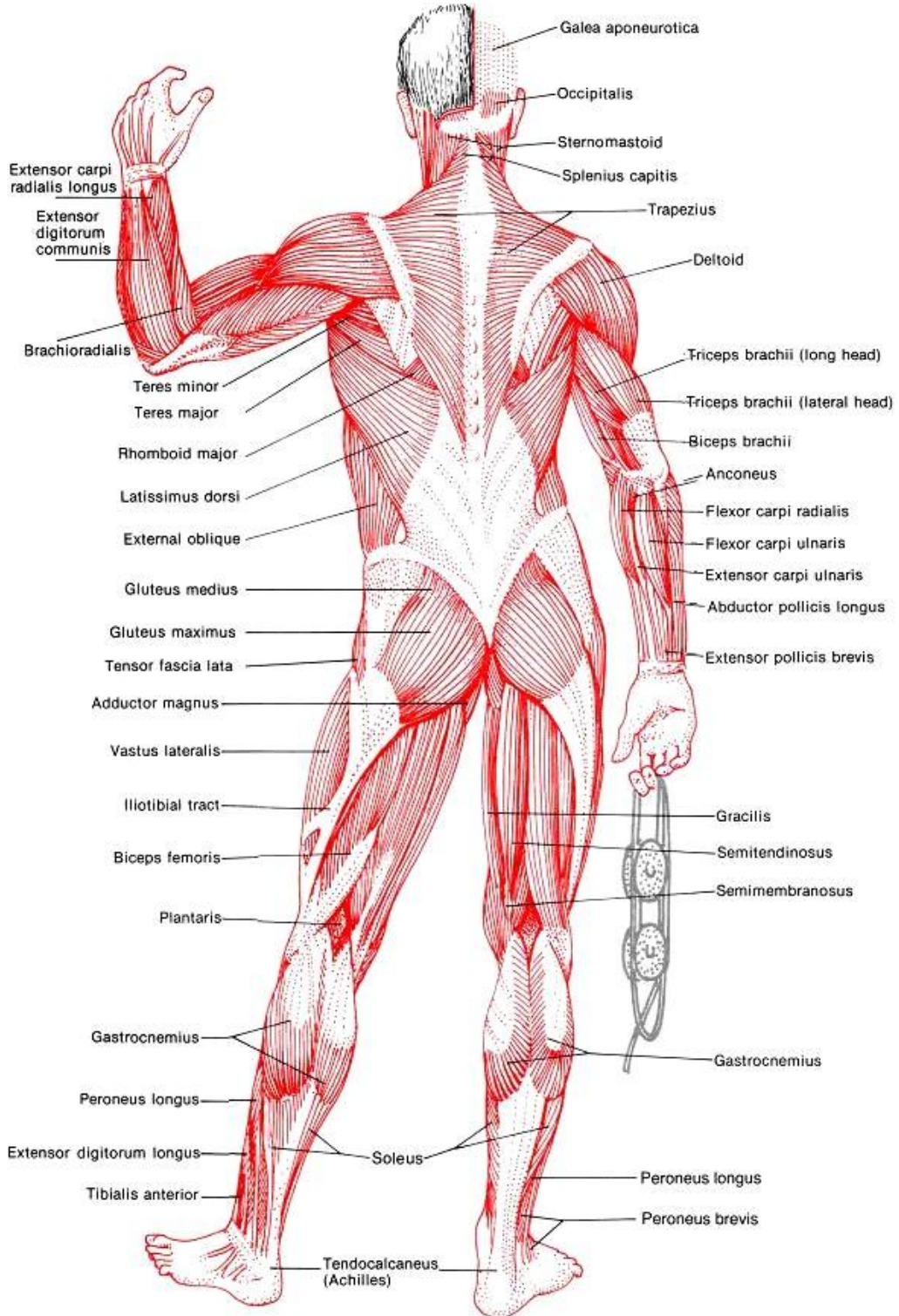
Kaslar görevlerine göre sınıflandırılabilir. Uzaklaştırıcı (abductor) kas, bir bölümü bedenin orta çizgisinden uzaklaştıracak biçimde hareket ettirirken, yaklaştırıcı (adductor) kas, bu bölümün orta çizgiye doğru hareket etmesini sağlar. Delta kası (m. deltoideus) omuz ekleminin büyük bölümünü örten üçgen biçiminde bir kastır; kasıldığı zaman kolu bedenden uzaklaştırır. Göğüs büyük kası (m. pectoralis major) yaklaştırıcıdır; kasıldığında kolu bedene geri çeker.

Bükücü (flexor), ekleme bükülme hareketini yaptıran, kas açıcı (extensor) da, eklemi açarak, düzleştiren kastır. Kol ikibaşlısı (biceps) en çok bilinen bükücüdür; ön kolu bükerek, yani dirsek eklemine eğerek, ön kolu kol üzerine getirir. Bu kas kasılınca, kolda gençlerin göstermekten hoşlandığı bir şişlik (pazı) oluşur. Kol üçbaşlısı (triceps) dirsek eklemine doğrultarak ön kolu açar. Öteki kas çeşitleri, kaldıracı (levator) kaslar, indirici (depressor) kaslar ve çeşitleridir. Büzücü (konstrüktör) ve genişletici (dilatator) kaslar, göz bebeği, midenin ince bağırsağa açıldığı bölümü (pylor) ve anüs (makat) gibi açıklıkları çevirirler. Büzücü kaslar, açıklığın çapını daraltır ya da kapatır. Genişletici kaslar açıklığı genişletir ya da tümüyle açarlar. Döndürücü (rotator) kaslar, bedenin bir bölümünü kendi ekseni çevresinde döndürür. İçe döndürücüler (pronator) içe ve aşağıya; dışa döndürücüler (supinator) ise dışa ve yukarıya çevirir.

Bazı kasların birden çok işlevi vardır. Korako-brakiyal kas kolun hem bükücü, hem de yaklaştırıcısı, baldır ön kası (tibialis anterior) ise, ayağın hem dışa döndürücüsü, hem de bükücüsüdür.



Resim 1.5: İnsan kas anatomisinin ön görünüşü



Resim 1.6: İnsan kas anatomisinin arka görünüşü

Tam bir uyum için, kaslardan biri kasılırken diğeri yani karşıtı gevşemelidir.

Diyafram; göğüs boşluğunu karın boşluğundan ayıran diyafram, bedenın öteki kaslarından biraz farklı bir kastır. Yemek borusu ile iki büyük kan damarının geçtiğı üç deliğı vardır. Bu yapılar, açıklıklara sıkıca uyarak her iki boşluğun birbirinden tam olarak ayrılmasını sağlar. Kubbe biçiminde olan diyafram, kısmen solunum hareketlerinden de sorumludur.

1.4.3. Kasların Başlangıç ve Yapışma (Sonlanma) Yerleri

Kaslar, iskelete başlangıç ve yapışma yerlerinden bağlanırlar. Her kasın en az bir başlangıç, bir de yapışma yeri vardır. Başlangıç yeri, kas kasıldığı zaman durumu değışmeyen uçtur. Örneğın kol ve bacak kaslarında başlangıç yerleri, genellikle gövdeye en yakın uçlardır. Yapışma yerleri ise, kas kasıldığı zaman hareket eden uçtur. Kol ve bacak kaslarında yapışma yerleri genellikle bedene en uzakta olan uçlardır, Brakiyo-radiyal kas kol kemiğinin (humerus) alt bölümünden başlar ve ön kolun döner kemiğinin (radius) alt bölümüne yapışır. Birden fazla kasın demet şeklinde bağlanmasını gerektirdiğı yerlerde TENDON'lar oluşur ve kas bunlarla kemiklere tutunur. Bazı kasların birden çok başlangıç ya da yapışma yeri vardır.

Kas sisteminin anatomik yerleşimini görmüş olduk. Sınıftaki arkadaşlarınızla maket veya model üzerinde isimlerini sorma veya ismi verilen parçaların anatomik yerini gösterme uygulamaları yapınız.

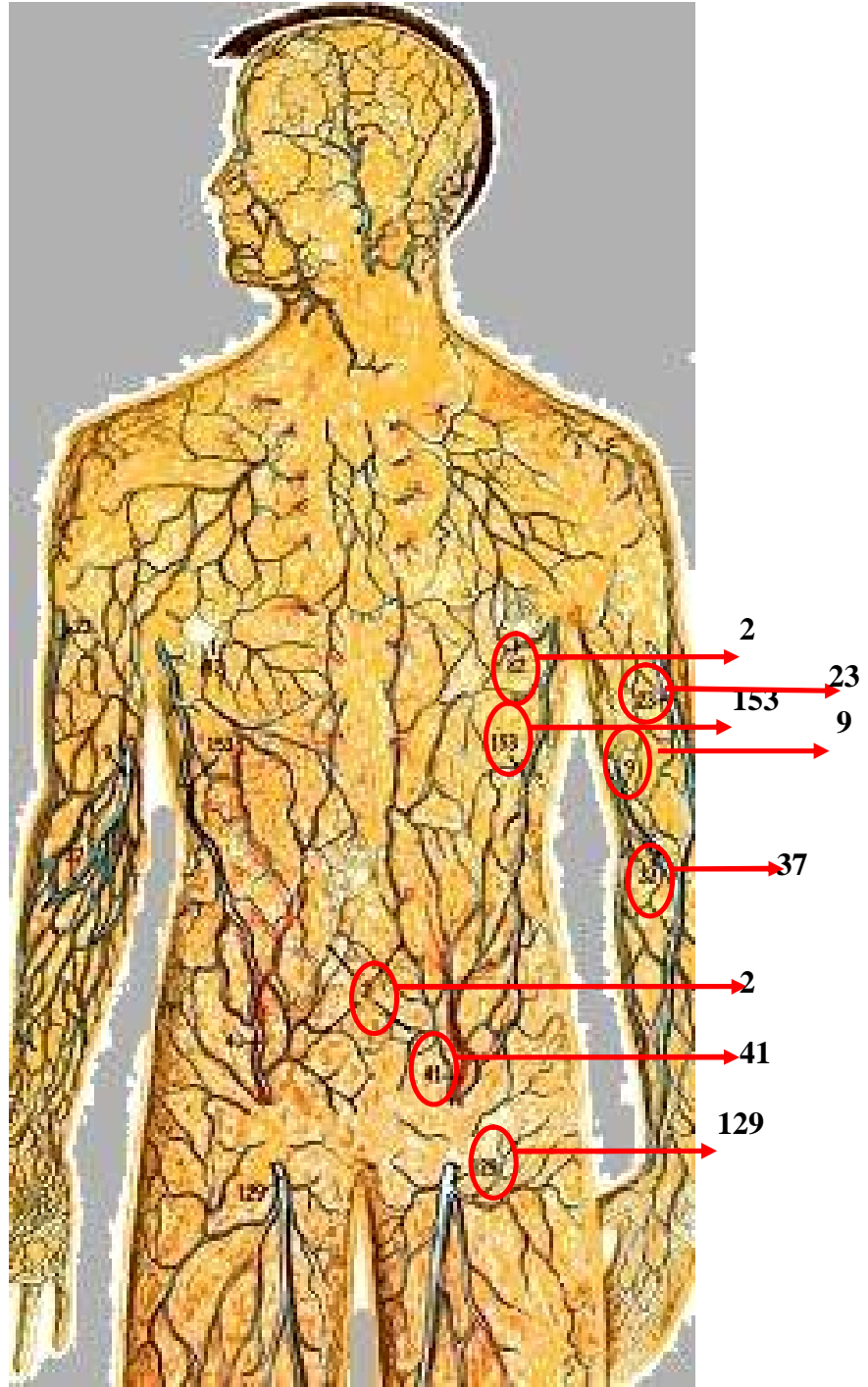
1.5. Dolaşım Sistemi

Cihazların bir kısmı insanın yaşam nehri olan dolaşım sistemini inceler. Bunların, elde ettiğı verileri doğru alabilmesi için, insan üzerinde doğru yerlere uygulanması gerekir. Şimdi bu konuları anatomik haritada geriden görünüş olarak inceleyelim.

Vücut boyunca dolaşan kanın üçte biri deriye verilir. Erişkin bir derinin ortalama boyutu üzerinde 3000 inç alanı var. Deri, üç ayrı tabakadan oluşturulur: Epidermis, dermis ve deri altında olan yağlı doku. Ölçüm durumunda 50Ω değerindedir. Sıvı ağırlıklı olması titreşim ve elektrik değerlerinin geçirilmesine olanak tanır. Uzun süreli amper değerinde akımdan sonra hücrelerin yanma riski vardır.

Deri, insanı bakterilerin istilasına karşı korur. Aynı zamanda Güneş ve radyasyonun zararlı etkisinden korur. Bir ısıtıcı ve serinletici olarak kanın dolaşımıyla işleyen mekanizmanın olduğı bölümdür. Sinir sistemi için algı olarak onun birçok uzmanlaşmış servisidir.

Deri altındaki tabakada damarların açık şebekesinin bir kısmı gösterilmiştir. Derindeki daha büyük damarların organ girişleri ve dönen diğeri damarların kalpte birleştiğı kısımlar kesik çizilmiştir. Vücutta damarlar kalbe olan pozisyonlarına göre 2'ye ayrılırlar: Kalpten çıkan/uzaklaşan damarlar arter, kalbe dönen/yakınlaşan damarlar ven olarak adlandırılır. Damarlar aynı zamanda beslendikleri veya toplandıkları bölgenin ismini alırlar. Vücutta aynı bölgeyi besleyen ve kanını toplayan damarlar genellikle yanyana seyrederek. Çoğunlukla venler artere göre daha dış yüzeyde (deriye yakın) olurlar. Bazı damarlarımız şöyle sıralayabiliriz:



Resim 1.7. İnsan vücudunda dolaşım ağı

- 2. Abdominal venous plexus - abdominal toplardamar ağı
- 9. Basilic vein – basilic toplardamar
- 23. Cephalic (upper arm) vein - kafayla ilgili toplardamar
- 37. Cubital vein – cubital toplardamar
- 41. Epigastric artery and vein, superficial – yüzeysel epigastric atardamar ve toplardamar
- 82. Mammillary venous plexus - mammillary toplardamar ağı
- 129. Saphenous vein, great – büyük saphenous toplardamar
- 153. Thoracoepigastric vein – thoracoepigastric toplardamar

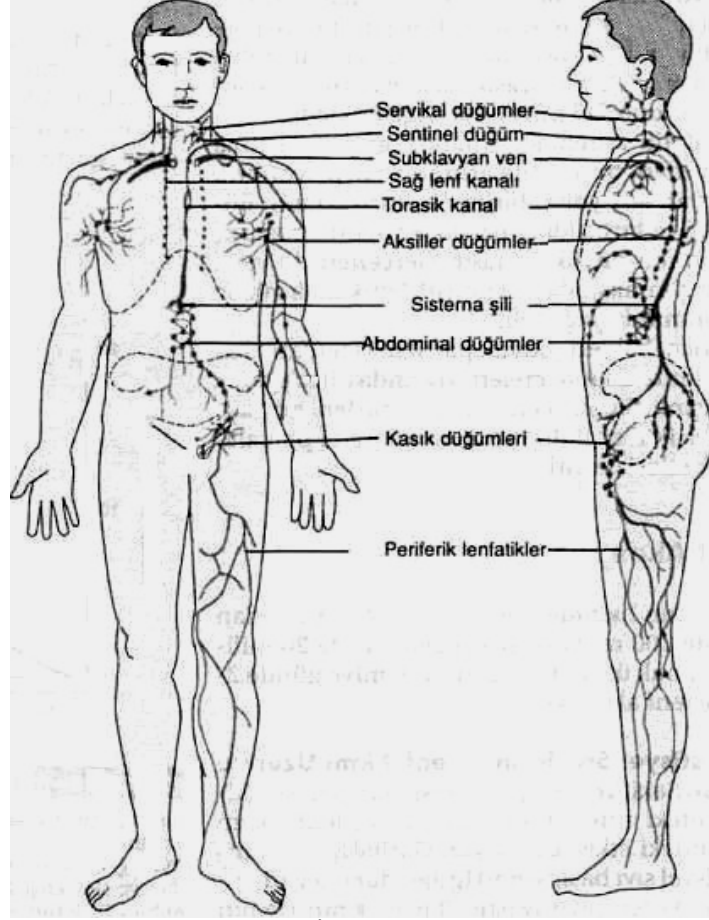
1.5.1. Mikrodolaşım ve Kapiller Sistemin Yapısı

Her organın mikro sirkülasyonu bu organın özel gereksinimlerini karşılamak üzere organize olmuştur. Genelde organa giren her besleyici arter, altı ile sekiz kez dallanma gösterdikten sonra arteriyol olarak adlandırılacak kadar küçülür ve genellikle iç çapı 20 mikrometreden daha küçük hale gelir, daha sonra arteriyoller iki ile beş kez dallanıp kanı kapillerlere ulaştırdıkları uç noktalarda 5–9 mikrometre çapına inerler.

Venüller, arteriyollerden çok daha büyük damarlardır ve kas tabakaları da arteriyollere göre daha incedir. Ancak burada hatırlanması gereken nokta venüllerin içindeki basıncın arteriyollere göre daha az olduğudur. Böylece venüller zayıf kas yapılarına karşı önemli miktarda kasılma gösterebilirler.

Dolaşım sistemi anatomik yerleşimini görmüş olduk. Dikkat edilirse çok sayıda ve benzer olmasından dolayı fazla isimlendirme kullanılmamıştır. Sınıftaki arkadaşlarımızla maket veya model üzerinde bunların isimlerini sorma veya ismi verilen parçaların anatomik yerini gösterme uygulamaları yapınız.

1.5.2. Lenfatik Sistem



Resim 1.8: İnsanda lenf sistemi

Lenfatik sistem, sıvının interstisyel alandan kana akmasını sağlayan alternatif bir yol oluşturmaktadır. En önemlisi ise lenfatiklerin proteinler ve büyük partiküller kapiller gibi, kana doğrudan absorpsiyonu mümkün olmayan maddeleri doku aralıklarından uzaklaştırabilmesidir. Proteinlerin interstisyel alanlardan uzaklaştırılması yaşamsal bir olaydır ve aksadığında yaklaşık 24 saat içinde ölüm görülür.

1.5.2.1. Vücutun Lenf Kanalları

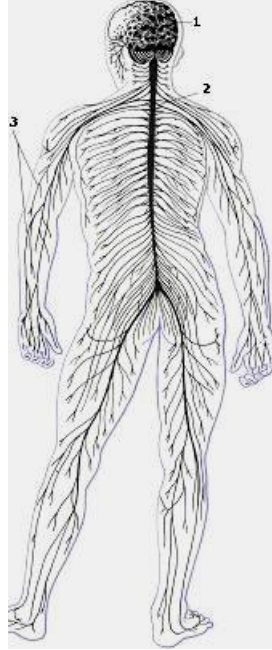
Vücuttaki hemen hemen bütün dokular fazla miktardaki sıvıyı interstisyel alandan uzaklaştırabilecek lenf sistemine sahiptir. İstisnalar arasında derinin yüzeysel kısımları, santral sinir sistemi, periferik sinirlerin iç kısımları, kasların endomisyum tabakası ve kemikler sayılabilir.

Vücutun aşağı kısımlarından gelen lenf, torasik kanal ile akarak sol internal jugular ven ile subklavian venin birleşim noktasında venöz sisteme boşalır. Başın sol kısmı, sol kol ve göğüs bölgesinin çeşitli kısımlarından gelen lenf de venlere karışmadan önce torasik kanala girer.

Boyun ve başın sağ kısmından, sağ kol ve toraks bölümlerinden toplanan lenf ise sağ lenf kanalına karışır ve daha sonra sağ subklavian ven ile internal jugular venin birleşim noktasında venöz sisteme boşalır.

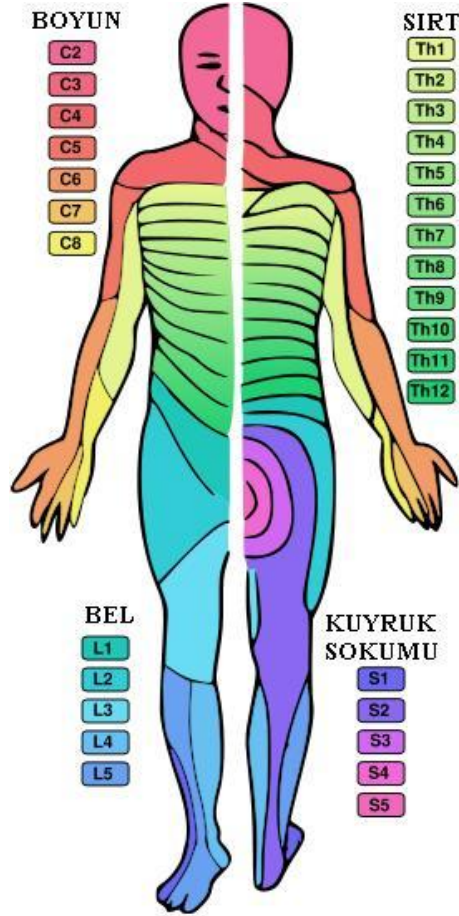
1.6. Sinir Sistemi

Cihazların bir kısmı, insanın istemlerini vücuda ileten sinir sistemi hattının incelenmesi için tasarlanmıştır. İncelemedeki verilerin sağlıklı alınabilmesi için cihazların insan üzerinde doğru yerlere uygulanması gerekir. Beynimiz fonksiyonlarımızı denetlerken, omurilik kısmından vücudumuza yayılan sinir ağı ile bunu gerçekleştirir.



Resim 1.9: İnsan vücudunda sinir ağı

Sinir ağı bakıldığında iki ayrı gruba ayrılır. Birincisi merkezi sinir sistemi; beyin omurilik. İkincisi de periferik sinir sistemi; myotom (vücutta uyardığı – innerve ettiği alan), dermatom (vücutta duyu aldığı alan). Sinir sisteminin anatomik olarak cihazlarla analizinde dermatom ve myotom haritaları kullanılmaktadır. Bu haritalarla rahatsızlığa sebep olan sinir kesiliminin yerindeki sebepler incelenir. Görüntüleme cihaz operatörlerinin bu haritaları bilmesi arıza analizlerinde gerekli şartlardandır.



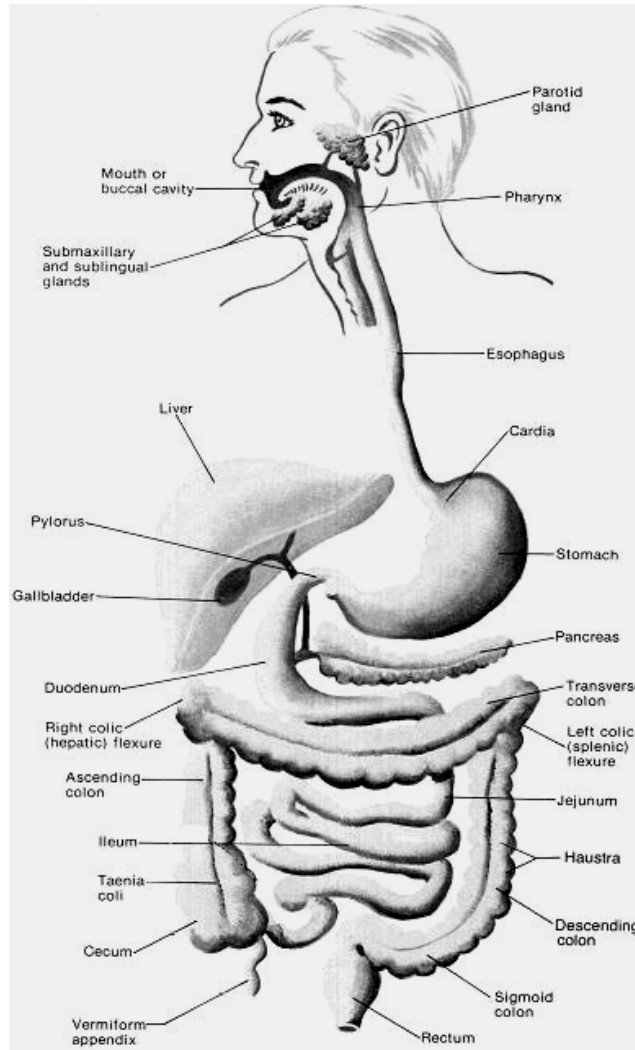
Şekil 1.10: İnsanda dermatom haritası

Sinir sistemi anatomik yerleşimini görmüş olduk. Dikkat edilirse çok sayıda ve benzer olmasından dolayı fazla isimlendirme kullanılmamıştır. Sınıftaki arkadaşlarınızla maket veya model üzerinde bunların isimlerini sorma veya ismi verilen parçaların anatomik yerini gösterme uygulamaları yapınız.

1.7. Sindirim ve Boşaltım Sistemi

Cihazların bir kısmı insanın ihtiyaç duyduğu enerji maddelerini uygun hâle getiren sindirim sistemi organlarının incelenmesi için tasarlanmıştır. Ağız bölümünde dilden başlayarak diş, tükürük bezleri, gırtlak, mide, ince ve kalın bağırsaklarla işlem tamamlanır. Bu verilerin sağlıklı alınabilmesi için cihazların doğru yerlere uygulanması gerekir. Şimdi bu konumları anatomik harita üzerinde inceleyelim.

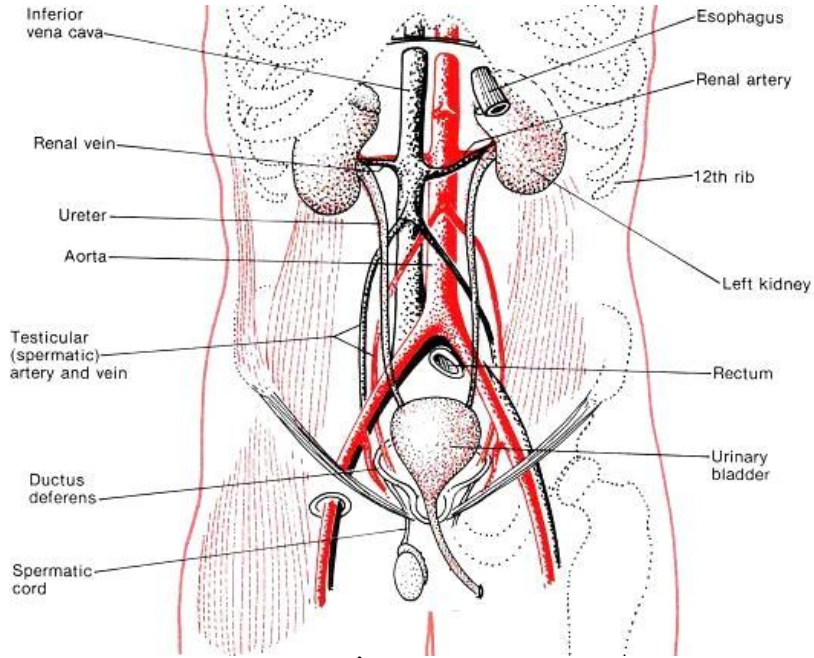
Sindirim sisteminin temel görevi beslenmemizi sağlamaktır. Sindirim sistemi yedi ayrı bölümden oluşur. Bunlar; ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve göden bağırsağıdır (rektum). Ayrıca karaciğer, safra kesesi ve pankreas bezi de, salgıları ince bağırsağa akıtırlar.



Resim 1.11: İnsanda sindirim ve boşaltım sistemi

Sindirim önce ağızda başlar. Dişler besinleri parçalar, ezer boyutunu yutulabilir hâle getirir. Tükürük, besinlerin kayganlaştırılmasını sağlar ve nişastayı enzimle sindirir. Dil yutmaya yardımcı olur. Besin yutağa geldiğinde soluk borusu girişini kapatarak yemek borusuna ilerlemesini sağlar. Buradan mideye ulaşır. Mide; son derece kaslı bir organdır. Duvarlarının sürekli olarak çalkalama ve dövme biçimindeki hareketleri, besinler küçük parçaya ayrılıncaya kadar sürer. Mide mukozasında protein sindiren pepsin, yağ sindirici lipaz ve hidroklorik asit ile sindirimi kolaylaştırır. Mide iç çeperindeki mukoza tabakası midenin kendini sindirmesini önler. Daha sonra üç kısımdan oluşan ince bağırsağa gider. Onikiparmak bağırsağı (duodenum), boş bağırsak (jejunum) ve kıvrımbağırsak (ileum).

Onikiparmak bağırsağı: Safra tuzunun sağılma hareketiyle besin burada yağları sabunlaştırır (Karaciğerin ürettiği safra tuzu duodenuma verilmeden önce safra kesesinde depolanır). Boş ve kıvrık bağırsak tarafından besinin şeker ve aminoasidi emilir. Kalın bağırsak da üç kısımdan oluşur. Çekum (ince bağırsak ile kalın bağırsağın birleşme yeri) da kalın bağırsaktaki içeriğin ince bağırsağa geçmesini önleyen bir kapak sistemi (ileoçekal valf) vardır. Çekumdan ön ve aşağı doğru uzanım gösteren apandisit (appendix) yapısı mevcuttur. Bu yapının içinde leufoid yapılar vardır. Yükselen kolon (colon ascendens - beden sağ bölümünden yukarı), enine kolon (colon transversum - karın boşluğunda sağdan sola) ve inen kolon (colon descendens - aşağı sola dönen). Burada suyun emilimi gerçekleştirildikten sonra geriye kalan dışkı (gaita) göden bağırsak (rektum) kısmında anüsten vücut dışına atılır. Kazanılan besinler kana verilerek portal ven (ince ve kalın barsakların kanını toplayan ana damar) yoluyla karaciğere gelir ve burada işlenerek vücudun beslenmesi tamamlanır.



Resim 1.12: İnsanda üriner sistemi

Boşaltım sisteminin bir parçası da üriner sistemdir. Üriner sistem iki adet böbrek, 2 adet böbreği idrar torbasına bağlayan borucuk (üreter), mesane (idrar torbası) ve üretra'dan oluşur. Sağ böbrek üstünde karaciğer ile olan komşuluğu nedeniyle sola göre daha aşağıdadır. Ayrıca her iki böbreğin üzerinde böbrek üstü bezi denilen ve adrenalin, kortizol ve androjen hormonları salgılayan bezler vardır.

Sindirim ve boşaltım sistemi anatomik yerleşimini görmüş olduk. Sınıftaki arkadaşlarınızla maket veya model üzerinde bunların isimlerini sorma veya ismi verilen parçaların anatomik yerini gösterme uygulamaları yapınız.

1.8. Anatomik Parametreleri Kullanan Cihazlar

Tıbbi cihazların verilerin doğru alınabilmesi ve hastanın ölçümlerden en az zararı alması için anatomik parametreleri öncelikle bilerek doğru cihazları seçmeliyiz. Cihazların bir kısmı anatomik yapı ve parametrelerin incelenmesi için tasarlanmıştır. Bu verilerin sağlıklı alınabilmesi için doğru cihazın kullanılması gerekir. Şimdi bu cihazları kısaca görelim.

Anatomik yapı denilince fiziki ölçüler öncelikli olarak ele alınır.

Endoskopi cihazlarıyla vücuda verilen kameralı hortumla organların iç kısımlarında gözleme yapmak mümkündür. Bu organlar kalın ve ince bağırsak, mide, burun, gırtlak, yemek ve soluk borusu, kulak, akciğerler sistem devamlılığı ve dışa bağlantılı olmasından dolayı direkt ulaşılabilenlerdir. Vücutta küçük bir neşter açıklığından da tüm dolaşım sistemi, kalp, karaciğer ve diğer tüm organlara ulaşılabilir.

Radyolojide röntgen, floroskopi ve tomografi, X ışınlarının dalga boyunun soğurulması ve devamında iz düşüme az enerji geçirmesi prensibiyle filme veya kameraya kayıt alınan sistemlerdir. Dolaşım ve sindirim sistemleri ve bunlara bağlı organların radyoaktivite madde veya boya ile tıkanıklıkları tespit edilir. Kemik ve kırıklarda; çatlak-kırık ve kemik erimelerinde organlardaki anormal durumları gözlemede doğrudan kullanılır.

Aynı görevleri, MRG ile elektromanyetik alan kullanılarak her hücrenin ayrı etkilenişinden tüm anatomik sistem fizyolojisine kadar incelenebilmektedir.

Ultrasonik sistemlerle de titreşimin katı ve sıvı ortamlarda ilerleme ve her tabaka geçişinde zayıflama ve yansıma tekniğinden faydalanarak sadece anatomik yapıyla fizyolojik ses parametreleri incelenebilmektedir.

Anatomik yerleşimi analiz eden cihazları görmüş olduk. Sınıftaki arkadaşlarınızla cihaz ismi verilerek teşhis edilecek organ isimlerini bulma uygulamaları yapınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

EKG cihazıyla ölçüm yapılabilmesi için kalbin anatomik yerini, insan vücudunun anatomi atlasında işaretleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Çalışma ortamının temizliğini kontrol ediniz.	Ø Anatomi atlasının üç boyutlu olanını tercih ediniz.
Ø Anatomi atlası ya da maketini hazır bulundurunuz.	
Ø Kalbin anatomik yerini anatomi atlasında ya da maketi üzerinde gösteriniz.	
Ø Malzeme ve çalışma aletlerini yerlerine yerleştiriniz.	
Ø Çalıştığınız ortamı temizleyiniz.	

UYGULAMA FAALİYETİ

Röntgen cihazıyla çekim yapılabilmesi için humerus kemiğinin yerini iskelet sisteminde işaretleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Çalışma ortamının temizliğini kontrol ediniz.	Ø İskelet sisteminin maketinin üç boyutlu olanını tercih ediniz.
Ø İskelet sistemini gösteren maketi hazır bulundurunuz.	
Ø Humerus kemiğinin yerini iskelet maketi üzerinde gösteriniz.	
Ø Malzeme ve çalışma aletlerini yerlerine yerleştiriniz.	
Ø Çalıştığınız ortamı temizleyiniz.	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak bu faaliyette kazandığınız bilgileri ölçünüz.

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Karaciğer, akciğerin hangi yönünde komşudur?
A) Üst
B) Alt
C) Sağ
D) Sol
2. Aşağıdakilerden hangisi kafatası ile kuyruk sokumu arasındaki omur kemiklerinden biri değildir.
A) Boyun omur
B) Bel omur
C) Sırt omur
D) Uyluk omur
3. Boşluğu doldurunuz.
“Birden fazla kasın demet şeklinde kemiğe bağlandığı yerde oluşur.”
4. Boşluğu doldurunuz.
“..... dolaşım sisteminin son uç noktasıdır.”
5. Sinir sistemi kaç aya ayrılır?
A) 2' ye ayrılır.
B) 8' e ayrılır.
C) 3' e ayrılır.
D) 5' e ayrılır.
6. Böbrekler üriner sistemin bir parçası mıdır?
A) () Evet
B) () Hayır
7. MRG cihazıyla aşağıdaki sistemlerden hangilerinin anatomik incelemesi yapılabilir?
A) İskelet sisteminin
B) Kas sisteminin
C) Sinir sisteminin
D) Hepsinin

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konulara geri dönerek tekrar inceleyiniz.

UYGULAMALI TEST

Öğrenme faaliyetinde kazandığınız beceriler doğrultusunda tüm organların anatomik yerlerini Latinceleriyle işaretleyiniz. Yaptığınız bu uygulamayı aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Ø Çalışma ortamınızın temizliğine dikkat ettiniz mi?		
Ø Anatomik harita ve maketleri hazır ettiniz mi?		
Ø Kafatası ve gövde organlarının anatomik yerlerini doğru tayin ettiniz mi?		
Ø Tüm organların Latince isimlerini doğru söyleyebildiniz mi?		
Ø Çalışma sonrası çalışma gereçlerini yerlerine kaldırdınız mı?		
Ø Çalışma sonrası çalışma ortamının temizliğini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Faaliyet değerlendirmeniz sonucunda “hayır”ı işaretleyerek yapamadığınız işlemler varsa bu işlemleri tekrar ediniz. Tüm işlemleri başarıyla tamamladıysanız bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında Biyomedikal Cihaz Teknolojilerinde kullanılan cihazların insan fizyolojisine ait hücre, kas, kalp, dolaşım ve kan parametrelerini nasıl algıladığını öğrenebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenciler, bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Ø İnsan fizyolojisinde hücrenin çalışmasını ve parametrelerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde kas sisteminin çalışmasını ve parametrelerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde kalbin çalışmasını ve parametrelerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde dolaşım sisteminin çalışmasını ve parametrelerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde kanın parametrelerini araştırınız.
- Ø Turnusol kâğıdı ölçme değerlerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde hücre, kas, kalp ve dolaşım parametreleri kullanan biyomedikal cihazları araştırınız.
- Ø Kan yoluyla bulaşabilecek hastalıkları ve bunlardan korunmak için alınabilecek tedbirleri araştırınız.

Araştırma işlemleri için, tıbbi malzeme satan firmalarla hastaneleri gezerek, internet ortamından, tıbbi eğitim veren kurum kütüphanelerinden, doktorlardan, hemşirelerden, teknisyenlerden bilgi alabilirsiniz.

İnternet arama motorlarından “physiology – fizyoloji”, “medical parameter- tıbbi parametre”, “muscle parameter – kas parametresi”, “cell parameter – hücre parametresi”, “circulation parameter – dolaşım parametresi”, “heart parameter – kalp parametresi”, “blood parameter – kan parametresi”, www.biyomedikal.org, “biomedical device - biyomedikal cihaz”, “Biomedical equipment - biyomedikal aparat”, “biomedical instrumentation” ve “biomedical measurement” olarak bulduğunuz adreslerde inceleyiniz.

Tarama işlemleri için ön bilgi almanız gerekir. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş gurubunuz ile paylaşınız.

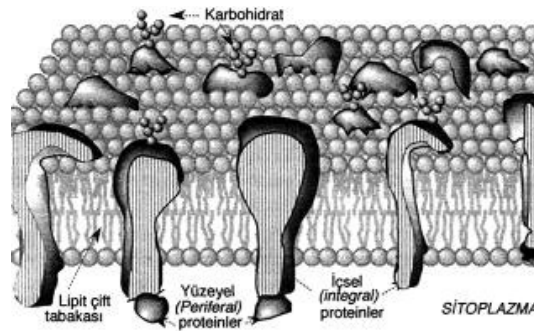
2. İNSAN FİZYOLOJİSİNDE HÜCRE, KAS, KALP VE DOLAŞIM PARAMETRELERİ

Tıbbi cihazların verileri doğru alabilmesi, hastanın ölçümlerden en az zararı görmesi ve hastalık tanılarının kesinliği için fizyolojik parametrelerinin öncelikle bilinerek doğru cihazların seçilmesi gerekir. Bu cihazlar belli dokuların veya organların fizyolojik parametrelerini incelemek için tasarlanmıştır. Anatomik bilgilerden sonra şimdi bu parametreleri ve cihazları kısaca görelim.

2.1. Hücre

İnsanoğlunun yapı taşı olarak hücre tarif edilir. Biyoloji modülünde gördüğümüz ve (Resim 2.2.2)'de verilen hücrenin zarı (membran); intraselüler (iç sıvı) ile ekstraselüler (dış sıvı) arasında bariyer olarak hücreyi korur. Gerekli alış-verişi membran üzerinden sağlar. Homeostazi iç ortamın sabit ya da statik koşullarda korunmasını hücre boyutunda membran sağlar. Hücre membranının yapısına bakarsak fosfolipit çift tabakadan oluşur. İki tarafı görecekte penetre olan (lipid tabakası arasına giren) proteinlerin çoğu taşıyıcı proteinler olup dış yüzeyde karbonhidratlar bulunur. Çift lipid tabaka ekstraselüler kısmında suda çözünebilirleri geçiren, intraselüler kısmında yağda çözünenleri geçiren bölüm vardır.

Hücre içinde su kaybı da olmamaktadır. Bu da bir basınç dengesine ulaşır ki buna osmotik basınç denir. Konsantasyon oranı osmotik basıncı etkiler. Bu basınç değeri lipid yerine protein içinden difüzyon veya aktif transport işlemleri ile madde geçişi ile sağlanır. Bu sebeplerin toplamıyla intraselüler ile ekstraselüler arasında yani membranda değişken bir iyon yoğunluğu ile potansiyel fark oluşur.



Resim 2.1: İnsan hücresinde membran

2.1.1. Membran Potansiyelleri

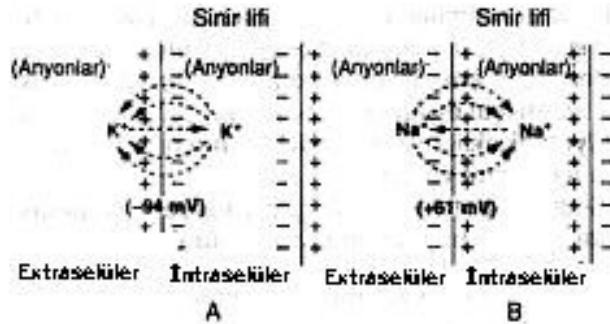
Vücudun bütün hücrelerinde membranın iki tarafı arasında bir elektriksel potansiyel fark bulunur. Ayrıca sinir ve kas hücreleri gibi bazı hücreler "uyarılabilir" yani membranlarda elektrokimyasal impulslar yaratabilirler. Bu impulslar membran boyunca sinyallerin iletilmesinde kullanılır. Bazı hücreleri, makrofajlar ve silyar hücreler gibi hücrelerde membran potansiyellerindeki diğer değişikliklerin birçok hücre fonksiyonunun kontrolünde önemli rol oynaması olasıdır. Burada sinir ve kas hücrelerinde dinlenme ve faaliyet sırasında oluşan membran potansiyellerini inceleyeceğiz.

	Hücre zarı
Kalınlık (nm)	6-10
Sığa(/vF/cm²)	0,5-1,3
Direnç (ohm.cm², tersi S/cm²)	10² -10⁵
Bozulma potansiyeli (mV)	100-150

Tablo 2.1: Hücre zarlarının lipit çift tabakalarının özellikleri (Hopfk, 1983'den).

2.1.1.1. Difüzyonun Yarattığı Membran Potansiyelleri

Şekil 2.1.1'de potasyum yoğunlaşması membranın içinde çok yüksek, dışında ise çok düşüktür. Bu örnekte, membran potasyum iyonlarına çok geçirgendir, fakat diğer iyonlara geçirgen değildir. Hücrenin içinden dışına doğru büyük bir potasyum yoğunlaşma gradyanı nedeniyle, potasyum iyonları hücrenin dışına doğru çok güçlü bir difüzyon eğilimi gösterirler. Bu durumda, potasyum iyonları pozitif yükleri dışarı taşıyarak membranın dış yüzünü elektropozitif yaparken; potasyum ile birlikte dışarıya difüzyona uğramayan, geride kalan negatif anyonlar, membranın iç yüzünü elektronegatif yapar. Membranın dış yüzünün pozitif, iç yüzünün negatif olmasıyla ortaya çıkan bu yeni potansiyel farkı; pozitif yüklü potasyum iyonlarının, zıt yönde, dışarıdan içeriye doğru difüzyonunda etkili olur. Bir milisaniye içinde; bu potansiyel farkı (değişimi) yüksek potasyum iyon yoğunlaşma gradyanına rağmen, potasyum iyonlarının daha fazla dışarıya difüzyonunu durduracak düzeye yükselir. Normal kalınlıkta memeli sinir lifinde difüzyonu durdurmak için gerekli potansiyel farkı, membran iç yüzü negativitesiyle birlikte, yaklaşık -94mV'tur.



Şekil 2.1:Hücre zarında difüzyonun yarattığı membran potansiyelinin oluşumu

Şekil 2.1.1 B'de, Şekil 2.1.1 A'daki gibi aynı etki görülmektedir, fakat burada sodyum yoğunlaşma membranının dışında çok yüksek, içinde ise çok düşüktür. Bu iyonlar da pozitif yüklüdür ve bu defa membran sodyum iyonlarına çok geçirgen olduğu halde diğer bütün iyonları geçirmez. Sodyum iyonlarının içeriye difüzyonu, şimdi ters yönde, membranın dışı negatif içi pozitif olacak şekilde bir membran potansiyeli yaratır. Membran potansiyeli, tekrar, milisaniyeler içinde sodyum iyonlarının içeriye net difüzyonunu durduracak düzeye yükselir. Bu kez kalın memeli sinir lifi için potansiyel, yaklaşık +61mV'tur ve lifin içi pozitifdir.

2.1.1.2 Nernst Denklemi; Difüzyon Potansiyeli ile Yoğunlaşma Farkının İlişkisi

Membranın iki tarafı arasındaki potansiyel farkı, bir iyonun membrandan bir yönde net difüzyonunu önleyecek düzeyde ise, bu potansiyele o iyon için "Nernst Potansiyeli" denir. Bu potansiyelin büyüklüğü, membranın iki tarafındaki iyonların yoğunlaşmalarıyla tayin edilir. Bu oran büyükse iyonların bir yöne difüzyon eğilimleri büyüktür ve bu nedenle nernst potansiyeli de büyüktür. "Nernst Eşitliği" adı verilen aşağıdaki eşitlik, normal vücut sıcaklığında 37°C'da tek değerlikli bir iyonun Nernst Potansiyelini hesaplamak için kullanılır;

$$\text{EMF (milivolt)} = \pm 61 \log (\text{Konsiç/Konsdış})$$

Bu formül kullanıldığı zaman genellikle membranın dışındaki potansiyel sıfır olarak kabul edilir ve hesaplanan nernst potansiyeli membranın içindeki potansiyeldir. Potansiyelin işareti, eğer negatif bir iyon inceleniyorsa pozitif, pozitif bir iyon inceleniyorsa negatiftir. Böylece, pozitif bir iyonun membran içindeki konsantrasyonu dışındakinin 10 katı ise $\log 10=1$ olur ve membranın içinde nernst potansiyeli -61 milivolt olarak bulunur.

2.1.2. Kanser

Kanser hemen her zaman hücrenin büyümesi ve hücre mitozunu kontrol eden hücre genlerinin mutasyonu veya anormal aktivasyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır. Diğer bir deyişle; normalde ölmesi gereken hücrelerin ölmemesi ve anormal özellikler kazanarak yaşamaya devam etmesi ve bölünerek çoğalması denilebilir. Anormal genlere onkogenler adı verilir. Yaklaşık 100 farklı onkogen keşfedilmiştir. Her hücrede, özgül onkogenlerin aktivasyonlarını baskılayarak önleyen antionkogenler bulunmaktadır. Antionkogenlerin kaybolması veya inaktive olması halinde onkogenlerin aktivitelere izin verilmiş olur. Bunu da kanserin oluşması izler.

Detaylı taramalarla kanserli hücreleri bulamamak günümüzde imkânsızdır.

Niçin vücudumuzda milyonlar ya da milyarlarca mutasyonlu kanser hücresi gelişmiyor? Bunun cevabı, her hücrede mitozdan önce kromozom DNA zincirlerinin eşleşmesinin inanılmaz bir kesinlikle yapılması ve mitoz işleminin yapılmasına izin verilmeden önce anormal DNA zincirlerinin düzeltme işleminden geçirilerek uygun olmayan bölgelerin kesilmesi ve tamir edilmesidir. Bütün bu kalıtsal hücre önlemlerine karşın yeni oluşan hücrenin milyonda bir gibi çok az olasılıkla olsa da hala önemli mutant özellikler

taşıması olasılığı vardır. Vücut savunması düşürülerek RNA kodlarının değişimiyle DNA kodlarının farklılaşarak çoğalması da olasıdır. Bunlar belli bazı kimyasal maddelerle, fizik ve biyolojik faktörlerin etkisiyle birkaç misli artmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Bilindiği gibi X-ışınları, gama ışınları, radyoaktif maddelerden yayılan partikül radyasyonları ve hatta ultraviyole ışınları gibi iyonize edici ışınlar kansere zemin hazırlamaktadır. Bu ışınların etkisi altında doku hücrelerinde oluşan iyonlar yüksek derece reaktif olduklarından, DNA zincirlerini kopararak birçok mutasyonun oluşmasına sebep olurlar.

Belli tipteki kimyasal maddelerin mutasyon yaratmaya büyük bir eğilimleri vardır. Çeşitli anilin boya türevlerinin kansere neden oldukları uzun süre önce keşfedilmiştir. Bu maddelerin üretildiği kimya fabrikalarında çalışan işçilerin korunmamaları durumunda, kansere yakalanmaya karşı özel bir yatkınlıkları vardır. Mutasyona neden olan kimyasal maddelere kanserojenler denir. Günümüz toplumunda, en büyük sayıda kansere neden olan kanserojenler sigara dumanında bulunmaktadır. Kansere sebeplerinin dörtte biri bu nedene bağlı olarak görülür.

Fiziksel olarak tahriş edici irritan maddeler de kansere neden olmaktadır. Bazı tip besin maddeleri ile sindirim sisteminin sürekli olarak aşınıp yıpranması kanser nedenidir. Dokuda oluşan harabiyet hızlı bir mitotik çoğalma ile tahrip olan hücrelerin yerine yeni hücreler oluşturur. Mitoz ne kadar hızlı olursa mutasyon oluşma şansı o kadar artar.

Birçok ailede kansere yakalanmaya karşı güçlü bir kalıtsal eğilim vardır. Bu olay belki de birçok kanser tipinde kanserin oluşmasından önce bir değil, iki veya daha çok mutasyona ihtiyaç göstermesi gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Kansere özellikle yatkınlığı olan bu ailelerin kalıtsal genomlarında bir veya daha fazla mutasyona uğramış gen bulunmaktadır. Bu yüzden böyle şahıslarda kanser büyümeye başlamadan önce çok daha az sayıda ilave mutasyonların olması kanseri başlatmak için yeterli olmaktadır.

Birçok kanser sebeplerinin virüsler olduğu bilinmektedir. Laboratuvar hayvanlarında lösemi dahil bazı kanser tiplerinin oluşmasına belli tipte virüslerin neden olduğu gösterilmiştir.

2.1.3. Epitel Bağ Doku

Belli bir görevi yapmak üzere bir araya gelmiş aynı yapı ve şekildeki hücre topluluklarına DOKU adı verilir. Vücutta en çok hücre kapsayan doku epitel dokudur ve vücudun dış yüzeyini, organların iç yüzeyini örter. Epitel doku kendi arasında 3'e ayrılır.

2.1.3.1. Yassı Epitel Hücreleri

Bunların yüksekliği genişliğinden azdır. Çekirdek de buna uygun olarak yassılaştırılmıştır. Bu tip hücreler kan ve lenf damarlarında ve derinin üst tabakasında bulunur.

2.1.3.2. Kübik Epitel Hücreler

Bunların yüksekliği ve genişliği hemen hemen eşittir. Omurgalı hayvanların böbrek ve tiroit bezinde bulunur.

2.1.3.3. Silindirik Epitel Hücreler

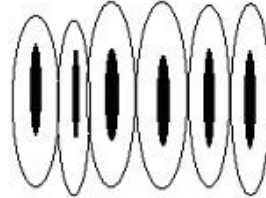
Bu tip hücrelerin yüksekliği genişliğinden fazladır. Bağırsak ve solunum kanallarının iç yüzeyinde bulunur. Bu hücreler vücudun dış yüzeyini dış ortama karşı korur. İç organlarında bulunanlar ise besin emilimini sağlar.



Şekil (a) Yassı epitel hücre



Şekil (b) Küp şeklinde epitel hücre



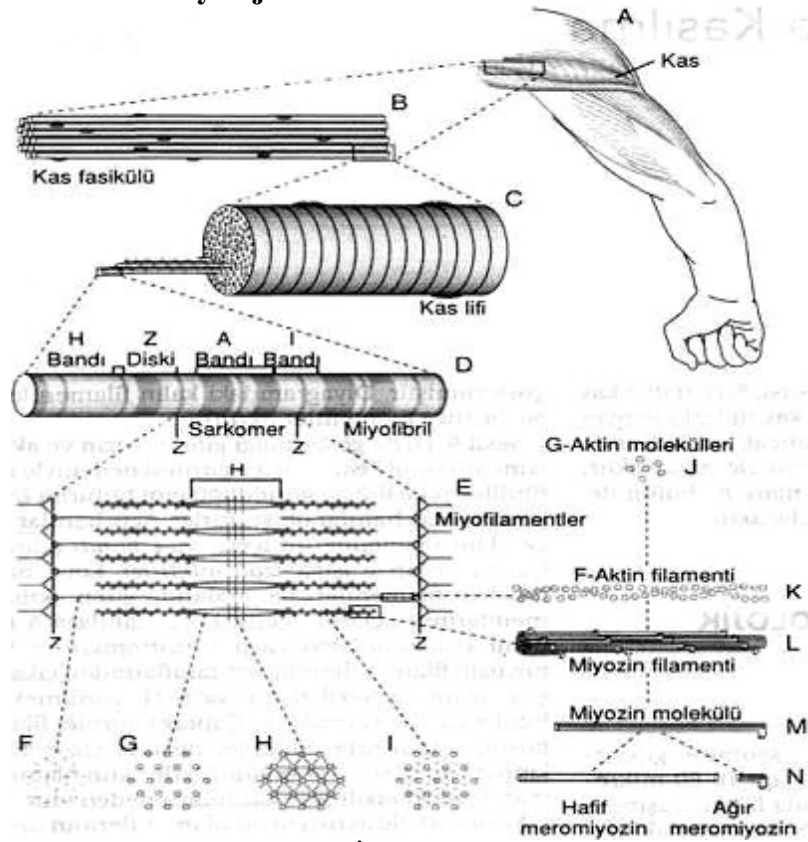
Şekil (c) Silindirik şeklinde epitel hücre

Şekil 2.2: Epitel dokular

2.2. Kas

İnsanoğlunun hareket ve eylem kabiliyetini yerine getirmesi motor üniteler olarak tarif edilir. Vücudun yaklaşık %40'ı iskelet kası, %10'u düz kas ve kalp kasıdır. Bütün bu farklı kas tiplerinde aynı kasılma prensipleri geçerlidir. Burada önce iskelet kasının fonksiyonu ele alınacak, düz kasın özelleşmiş fonksiyonları işlenecektir.

2.2.1. İskelet Kasının Fizyolojik Anatomisi



Resim 2.2: İnsan kası fizyolojisi

Resim 2.2.1 iskelet kasının organizasyonunu göstermektedir. Bütün iskelet kasları, çapı 10-80 mikrometre arasında değişen çok sayıda liften oluşmuştur. Bu liflerin her biri daha küçük alt birimlerden meydana gelir.

Çoğu kasta lifler bütün kas boyunca uzanırlar; %2'si dışında, her bir lif orta bölgesinde sonlanan tek bir sinir ucu tarafından inerve edilir.

Sarkolemma, kas lifinin hücre membranıdır. Sarkolemma, plazma membranı denilen gerçek hücre membranı ile birçok ince kollajen fibril içeren bir polisakkarid tabakasından meydana gelen dış kılıftan ibarettir. Kas lifinin ucunda, sarkolemma'nın bu yüzey tabakası bir tendon lifiyle kaynaşır. Daha sonra tendon lifleri kas tendonunu oluşturmak üzere demetler halinde birleşir ve kemiğe yapışırlar.

Her kas lifi birkaç yüz ile birkaç bin arasında miyofibril içerir. Bunlar şekildeki enine kesitte küçük açık noktalar halinde gösterilmiştir. Her miyofibrilde yan yana uzanan yaklaşık 1500 miyozin filamentleri ve 3000 aktin filamentleri vardır. Bunlar kas kasılmasından sorumlu olan büyük polimerize proteinlerdir. Bunlar şekildeki boyuna elektron mikroskopik görüntüde ve şekilde şematik olarak E'den Z'ye kadar olan bölgede gösterilmiştir. Diyagramdaki kalın filamentler miyozin, ince filamentler aktin'dir. Şekildeki E'de gösterildiği gibi miyozin ve aktin filamentlerinin kısmen iç içe girmesi nedeniyle

miyofibriller birbirini izleyen koyu ve açık bantlar oluştururlar. Açık bantlar sadece aktin filamentlerini içerir ve I bandı adını alır, koyu bantlar miyozin filamentleriyle aralarına giren aktin filamentlerinin uçlarını içerir. Koyu bantlara A bandı denir. Ayrıca miyozin filamentlerinin yan taraflarından çıkan küçük uzantılar şeklindeki E'de görülmektedir, bunlar çapraz köprülerdir. Çapraz köprülerle aktin filamentleri arasındaki etkileşme kasılmaya neden olur.

Şekildeki E'de ayrıca aktin filamentlerinin ucunun Z disklerine tutunduğu görülmektedir. Aktin filamentleri bu diskten her iki yöne doğru uzanarak miyozin filamentlerinin arasına girer. Dolayısıyla tek miyofibrilde olduğu gibi, bütün kas lifi boyunca da açık ve koyu bantlar görülür. Bu bantlar iskelet ve kalp kasına çizgili görünüm verirler.

İki Z çizgisi arasında kalan miyofibril bölümüne sarkomer denir. Kas lifi istirahatte normal, tam gergin durumda iken sarkomer boyu yaklaşık 2 mikrometredir. Bu boyda aktin filamentleri miyozin filamentlerinin üzerini örter ve karşılıklı olarak birbiri üzerine gelirler. Sarkomer en büyük kasılma gücünü bu boyda oluşturabilir.

Miyozin ve aktin moleküllerini bir arada filamentöz titin molekülleri tutar. Miyozin ve aktin filamentleri arasındaki yan yana ilişkiyi sürdürmek zordur. Bunu, titin adı verilen çok sayıda filamentöz molekül sağlar. Ayrıca filamentöz olduğu için çok esnektir. Bu esnek titin molekülleri, sarkomerde aktin ve miyozinden oluşmuş kasılma makinesi için çerçeve sağlar.

2.2.2. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması

Kas kasılmasının başlangıç ve oluşum basamakları aşağıdaki sıra ile meydana gelir.

Aksiyon potansiyeli motor sinir boyunca kas lifindeki sonlanmasına kadar yayılır.

Her sinir ucundan nörotransmitter olarak az miktarda asetilkolin salgılanır.

Kas lifi membranında lokal bir alanda etki gösteren asetilkolin, membrandaki asetilkolin kapılı kanalları açar.

Asetilkolin kanallarının açılması, kas lifi membranından çok miktarda sodyum iyonunun içeri girmesini sağlar. Bu olay kas lifinde aksiyon potansiyelini başlatır.

Aksiyon potansiyeli sinir membranında olduğu gibi kas lifi membranı boyunca da yayılır.

Aksiyon potansiyeli kas lifi membranını depolarize eder ve kas lifi içine doğru yayılarak, sarkoplazmik retikulumda depolanmış olan kalsiyum iyonlarının büyük miktarlarda miyofibrile serbestlemesine neden olur.

Kalsiyum iyonları, kasılma olayının esası olan filamentlerin kaymasını sağlayan, aktin ile miyozin filamentleri arasındaki çekici güçleri başlatır.

Sonra, saniyenin bölümleri içinde kalsiyum iyonları sarkoplazmik retikuluma geri pompalanır. Yeni bir kas aksiyon potansiyeli gelinceye kadar burada depolanır. Kalsiyum iyonlarının uzaklaştırılması kasılmanın sona ermesine neden olur.

2.2.3. Kas Dokuları

Kas dokusu çok hücrelilerde hareketi sağlayan dokudur. Kas dokusu embriyonun mezoderm tabakasından oluşur. Kas hücresindeki kasılma yeteneğine sahip proteinden yapılmış lifçiklere miyofibril denir. Kas dokusu hücrelerinin zarlarına sarkolemma, plazmasına da sarkoplazma adı verilir ve ikiye ayrılır.

2.2.3.1. Çizgili Kas

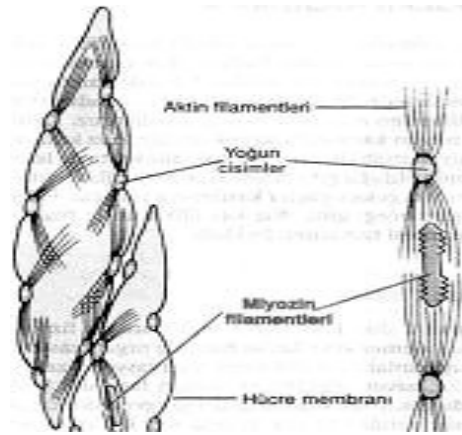
Çizgili kasa iskelet kası da denir. İskelete bağlanmış olduklarından hareketi sağlarlar, istemli çalışırlar ve çabuk yorulurlar. Birden fazla nükleus bulunur. Bunlarda bantlaşma görülür. Kalp kası görünüş olarak çizgili kasa benzer fakat işleyiş yönünden düz kasa benzer.

2.2.3.2. Düz Kas

Düz kas hücreleri ince uzun ve iğ şeklindedir. Bunların etrafı bağ dokusuyla sarılmıştır. Düz kasın kontraksiyonu istemsizdir. Yavaş ve ritmik olarak yapılan kasılıp gevşeme hareketleri uzun süre devam edebilir. Çabuk yorulmaz. Omurgalı hayvanlarda iç organlarda ve kan damarlarının çeperlerinde bulunur.

Kalp kası; geneli düz kas tipinden oluşur. İleride bahsedilecek özelleşmiş uyartım dokuları vardır. Sinüs SA dokuları kalbe özeldir. Ayrıca çoğunluğunun oluşturduğu düz kas yapısının dışında genelden farklı noktaları vardır.

Düz Kasın Kasılması



Resim 2.3: Düz kasın fiziksel görünüşü

Genellikle 2-5 mikrometre çapında ve sadece 20-500 mikrometre boyunda, daha küçük liflerden oluşur. Kasılmanın iskelet kasındaki birçok özelliği düz kasa da aynen yarılanabilir. En önemlisi, düz kasta da iskelet kasında olduğu gibi miyozin ve aktin filamentleri arasındaki çekici güçler kasılmaya yol açar. Fakat ilerde görüleceği gibi, düz kas liflerinin iç fiziksel düzenlenmesi tamamen farklıdır.

2.2.3.3. Düz Kasta Membran Potansiyelleri

Düz kasta membran potansiyellerinin kantitatif değeri bir kas lifinden diğerine değişir ve aynı zamanda kasın o andaki durumuna bağlıdır. Normal istirahat halinde membran potansiyeli genellikle -50 ila -60 milivolt kadar olup, iskelet kasından yaklaşık 30 milivolt daha az negatiftir.

2.2.3.4. Üniter Düz Kasta Aksiyon Potansiyelleri

Viseral düz kas gibi üniter düz kasta da aksiyon potansiyeli iskelet kasındaki yolla oluşur. Bir sonraki kısımda belirtildiği gibi, çok birimli düz kas liflerinin çoğunda ise meydana gelmez. Viseral düz kasın aksiyon potansiyelleri iki biçimde meydana gelir:

- Ø Sivri aksiyon potansiyeller
- Ø Platolu aksiyon potansiyelleri.

Sivri Aksiyon Potansiyeller:

Çoğu üniter düz kas tipinde iskelet kasındaki gibi tipik sivri aksiyon potansiyeller meydana gelir. Bu tip aksiyon potansiyelinin süresi 10 - 50 milisaniyedir. Bu tip aksiyon potansiyelleri elektrik uyarısı, hormonların düz kasa etkisi, sinir liflerinin transmitter maddeleri, germe veya kas lifinin spontan üretimi gibi birçok yol ile ortaya çıkarılabilir.

Platolu Aksiyon Potansiyeller:

Bu aksiyon potansiyelinin başlangıcı tipik sivri potansiyeli ile aynıdır. Ancak, kas lifi membranının hızlı repolarizasyonu gözlenmez, repolarizasyon birkaç yüzden bin milisaniyeye (1 sn) kadar gecikir.

2.2.3.5. İnsan Hücrelerini Deri Yüzeyinden Etkileyen Potansiyeller

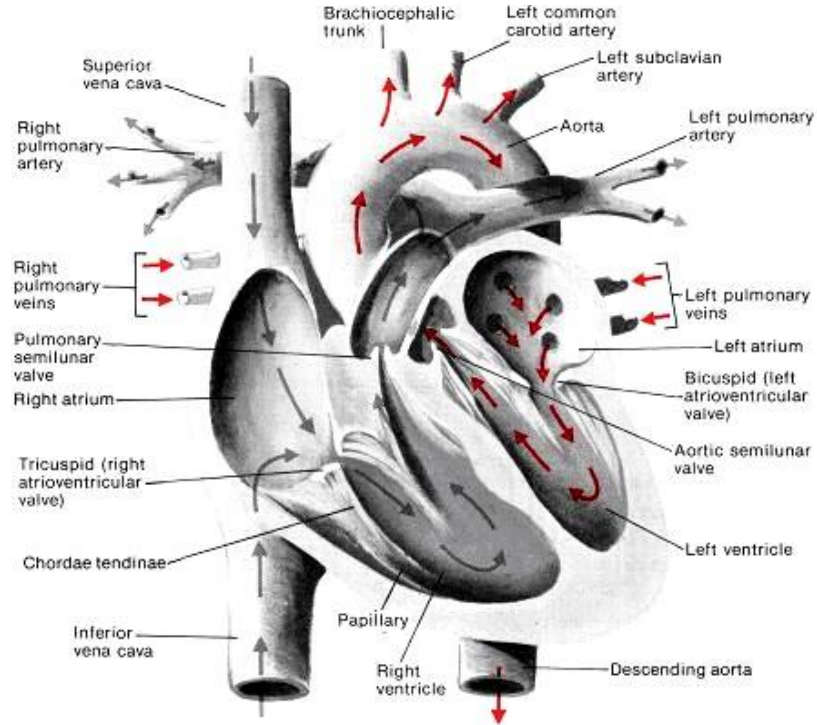
Akım (mA)	Etkisi
1 ve altı	Algılanmaz. Güvenlik sınırı.
5	“Karıncalanma” biçiminde algılanır.
10	Ağrı eşiği.
10-20	“Bırakamama” eşiği
50	Şiddetli kas kasılması.
100-300	Ventrikül fibrilasyon eşiği.
1 000 - 6 000	Kalp durması. Elektrot altında yerel yanmalar. Solunum felci.
6 000 ve üzeri	Şiddetli yanmalar, kas bozulması.

Tablo 2.2: İki kol arasında bir saniye veya daha uzun süreli bir akım şokunun etkileri (Anbar ve ark., 1985'ten)

Hücre fizyolojisini görmüş olduk.

2.3. Kalp

Kalp 3 tabakadan oluşur, bunları içeriden dışarı doğru sıralarsak; endokard- myokard ve perikard. Kalp, gerçekte iki ayrı pompadan oluşur: Akciğerlere kan pompalayan sağ kalp ve çevre organlara kan pompalayan sol kalp. Bunların her biri, bir atriyum (kulakçık) ve bir ventrikülden (karıncık) oluşan iki bölmeli bir atım pompasıdır. Atriyum, ventrikül için zayıf bir hazırlayıcı pompa (ön pompa) işlevi görür, başlıca görevi kanı ventrikül içine yönlendirmektir. Ventrikül ise, kanı ya akciğer (pulmoner) ya da periferik dolaşıma iten ana kuvveti sağlar.



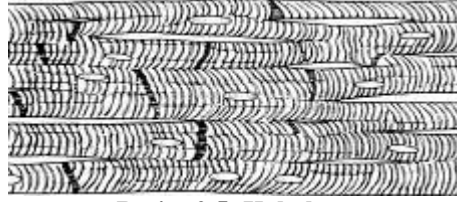
Resim 2.4: Kalbin yapısı ve kan akışı

Kalpteki özel bir mekanizma, kalbin ritmikliğini (ritmik uyarılar oluşturma yeteneği) sağlar. Aksiyon potansiyellerini tüm kalp kası boyunca ileterek ritmik kalp atımlarına neden olur.

2.3.1. Kalp Kasının Fiziolojisi

Kalp başlıca üç tip kalp kasından meydana gelir. Bunlar, atriyum kası, ventrikül kası, özelleşmiş uyarıcı ve iletili kas lifleridir (purkinje lifleri). Kasılma süresinin daha uzun olması dışında, atriyum ve ventrikül kasları iskelet kasına oldukça benzer şekilde kasılırlar. Çok az miktarda kasılabilir fibril içeren özelleşmiş uyarıcı ve iletili lifleri ise, yalnızca belli belirsiz kasılırlar. Bunun yerine ritmisite ve değişik hızlarda iletili oluşturarak, kalbin ritmik atışını kontrol eden bir uyarıcı sistemi sağlarlar.

2.3.2. Kalp Kasının Fizyolojik Anatomisi



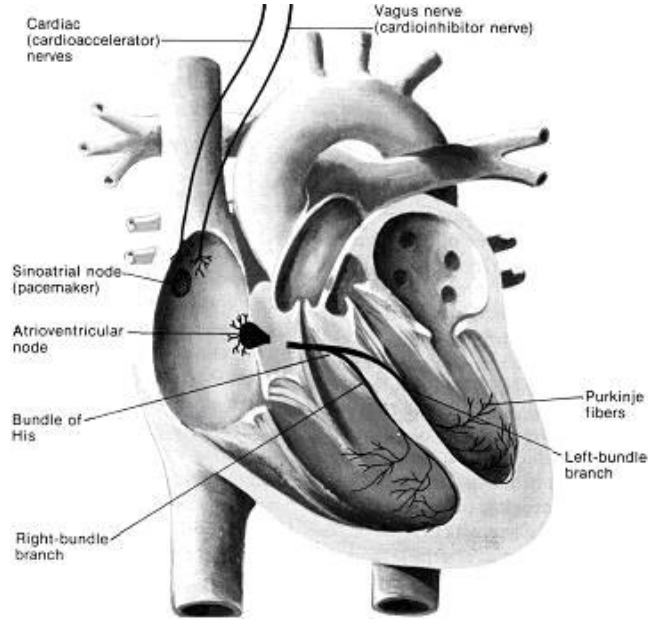
Resim 2.5: Kalp kası

Kalp kasının tipik histolojik görünümü (Resim 2.3.2)'de izlenmektedir. Bölünen, bir araya gelen ve tekrar ayrılan kalp kası liflerinin, kafes işine benzer şekilde düzenlendiği görülmektedir. Kalp kasının tipik bir iskelet kası gibi çizgili olduğu da bu görünümünden hemen anlaşılmaktadır. Dahası, kalp kasının tipik miyofibrilleri, iskelet kasındakilerin hemen hemen aynı olan aktin ve miyozin filamentleri içerirler. Bu filamentler iç içe geçmiştir ve kasılma sırasında iskelet kasında olduğu gibi birbirleri üzerinde kayarlar. Göreceğimiz gibi kalp kası, başka bakımlardan iskelet kasından oldukça farklıdır.

2.3.2.1. Bir Sinsisyum Olarak Kalp Kası

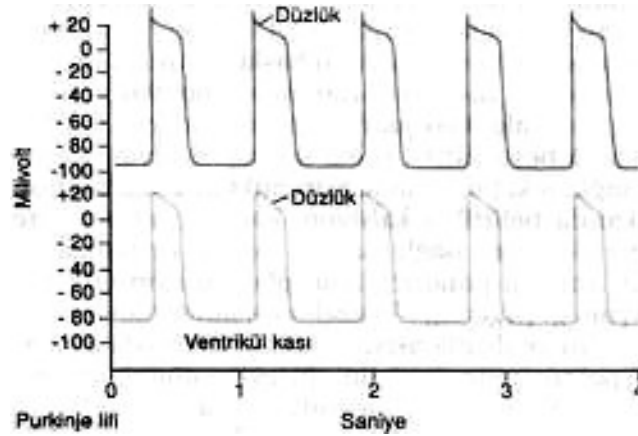
Resim 2.3.2'de kalp kası liflerini enine kestiği görülen koyu alanlara interkale disk adı verilir. Bunlar gerçekte, kalp kası hücrelerini birbirinden ayıran hücre zarlarıdır. Kalp kası lifleri, birbirine seri bağlanmış çok sayıda ayrı hücreden meydana gelir. Ancak interkale disklerin elektriksel direnci kalp kası lifinin dış zarının direncinin yalnızca 1/400'üdür. Çünkü hücre zarlarının kaynaşarak oluşturduğu, "haberleşen bağlantılar" (oluklu bağlantı, gap junction) geçirgendir, iyonların nisbeten serbest difüzyonuna izin verir. Dolayısıyla, işlevsel açıdan, iyonların kalp kası liflerinin uzun eksenine boyunca kolaylıkla hareket etmeleri sağlanır. Böylece aksiyon potansiyelleri çok küçük bir engelle karşılaşarak interkale diskleri geçer ve bir kalp kası hücrelerinden diğerine iletilirler. Kalp kası, bir sinsisyum oluşturacak şekilde bir araya gelmiş pek çok kalp kası hücrelerinden meydana gelir. Bu sinsisyumdaki kalp hücreleri birbirlerine öylesine bağlanmıştır ki, hücrelerden biri uyarılınca, aksiyon potansiyeli hücreden hücreye kafes işinin tüm bağlantılarına yayılarak bütün hücrelere ulaşır.

Kalp gerçekte iki sinsisyumdan meydana gelir. Bunlar, iki atriyumun duvarlarını oluşturan atriyum sinsisyumu ve iki ventrikülün duvarlarını oluşturan ventrikül sinsisyumudur. Atriyumlarla ventriküller arasındaki kapak açıklıklarını çevreleyen fibröz doku, atriyumları ventriküllerden ayırır. Normalde aksiyon potansiyelleri, atriyum sinsisyumundan ventrikül sinsisyumuna yalnızca özelleşmiş bir ileti sistemi aracılığıyla çapları birkaç milimetre olan ileti liflerinin oluşturduğu atriyoventriküler (A-V) demet ile iletilir. Kalbin kas kitlesinin bu şekilde iki işlevsel sinsisyuma bölünmesi, atriyumların ventriküllerden kısa bir süre önce kasılmasına olanak verir. Bu da kalp pompasının etkinliği açısından önemlidir.



Resim 2.6: Kalp sinsisyumları ve iletim ağı

2.3.2.2. Kalp Kasında Aksiyon Potansiyelleri



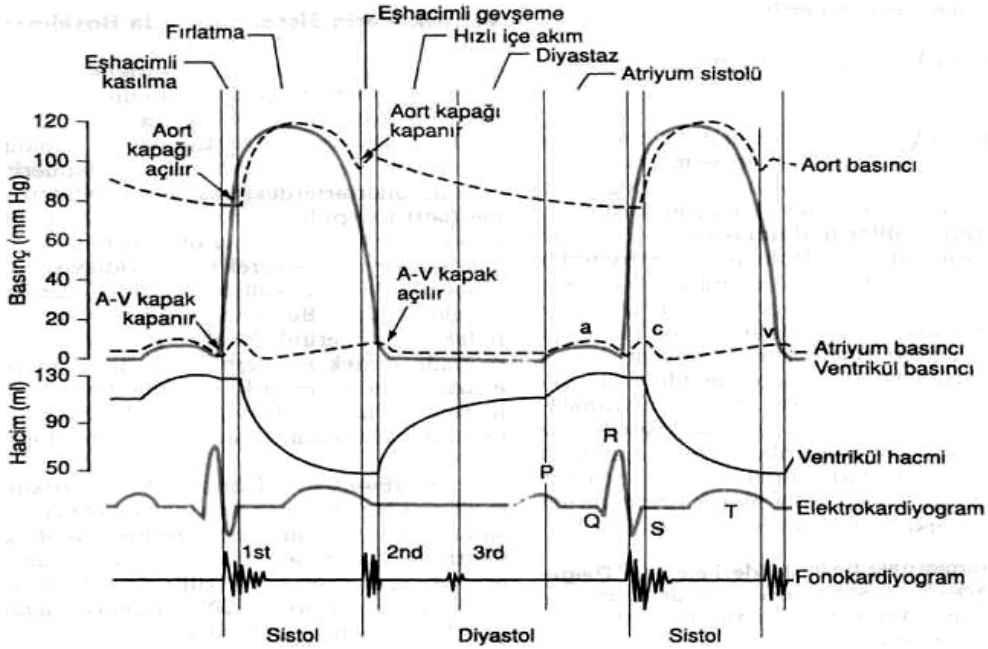
Grafik 2.1: Kalp kası aksiyon potansiyeli

Grafik 2.3.1’de aksiyon potansiyeli, 105 milivoltur. 105 milivolt, zar potansiyelinin, normalde oldukça negatif olan değerinin üzerine çıkarak düşük bir pozitif değer olan yaklaşık +20 milivolt’a ulaşırken gösterdiği değişimin miktarıdır. Pozitif kısma aşma potansiyeli (overshoot potential) adı verilir. Başlangıçtaki dikenden (spike) sonra zar, atriyum kasında yaklaşık 0.2 saniye, ventrikül kasında ise yaklaşık 0.3 saniye süreyle depolarize kalarak, platonun sonunda ani repolarizasyon olur. Aksiyon potansiyelinde bu platonun varlığı, kalp kasındaki kasılmanın iskelet kasındakine kıyasla 15 kez daha uzun sürmesine neden olur.

2.3.3. Kalp Döngüsü

Bir kalp atımının başlangıcından, bir sonraki kalp atımının başlangıcına kadar gerçekleşen kalp olaylarına kalp döngüsü (kardiyak siklus) adı verilir. Her bir döngü, sinüs düğümünde (S-A) aksiyon potansiyelinin kendiliğinden oluşması ile başlar. Bu düğüm, sağ atriyumun superiyor lateral duvarında, superior vena kavanın ağzına yakın yerleşmiştir. Aksiyon potansiyeli hızla her iki atriyuma ve oradan da A-V demet ile ventriküllere yayılır. Atriyumlardan ventriküllere geçişi sağlayan ileti sisteminin özel düzeni sayesinde kalp uyarısı, atriyumlardan ventriküllere 1/10 saniyeden daha uzun süren bir gecikme ile geçer. Bu gecikme, atriyumların ventriküllerden önce kasılarak, kuvvetli ventrikül kasılmasından önce kanı ventriküllere pompalamasını sağlar. Bu şekilde, atriyumlar ventriküller için hazırlayıcı pompalar olarak görev yaparlar. Ventriküller ise kanı damar sisteminde iten ana güç kaynağını oluştururlar.

2.3.3.1. Sistol ve Diyastol



Grafik 2.2: Sistol-diyastol ve yarattığı fizyolojik parametreler.

Kalp döngüsü, kalbin kan ile dolduğu, diyastol adı verilen bir gevşeme döneminden ve bunu izleyen, sistol adı verilen bir kasılma döneminden meydana gelir.

Kalp döngüsü sırasındaki çeşitli olaylar Grafik 2.3.2 'de görülmektedir. Üst kısımdaki üç eğri, sırasıyla orta, sol ventrikül ve sol atriyumdaki basınç değişikliklerini göstermektedir. Dördüncü eğri ventrikül hacmindeki değişiklikleri, beşinci elektrokardiyogramı, altıncı ise kalbin özellikle kalp kapaklarının pompalarken çıkardığı seslerin kaydı olan fonokardiyogramı temsil etmektedir. Okuyucunun bu şekli ayrıntılı olarak incelemesi ve gösterilen bütün olayların nedenlerini kavraması özellikle önemlidir.

Sol ventrikülün işlevi ile ilgili olarak kalp döngüsünde ortaya çıkan olaylar grafikte sol atriyum basıncı, sol ventrikül basıncı, aort basıncı, ventrikül hacmi, elektrokardiyogram ve fono kardiogramdaki değişiklikler olarak görülmektedir.

2.3.3.2. Kapakların İşlevi

Atrioventriküler kapaklar, A-V kapaklar (sağdaki - triküspid kapak ve soldaki – mitral kapak) sistol sırasında kanın ventriküllerden atriyalara geri akmasını engeller. Semilunar kapaklar ise (aort ve pulmoner kapaklar) diyastol sırasında kanın aorta ve pulmoner arterlerden ventrikül içine geri akmasını engeller. Tüm kapaklar, tamamen pasif olarak kapanır ve açılırlar. Yani geriye doğru bir basınç farkı kanı geriye doğru itince kapanır, ileriye doğru bir basınç farkı kanı ileriye doğru itince açılırlar.

2.3.3.3. Aort Basıncı Eğrisi

Sol ventrikül kasıldığı zaman, ventrikül basıncı aort kapağı açılıncaya kadar hızla yükselir. Bundan sonra ise, ventrikül içindeki basıncın yükselmesi yavaşlar. Çünkü kan hemen ventriküllerden aort'a akar.

Arterlere giren kan arter duvarlarının gerilmesine ve basıncın yükselmesine neden olur. Sistol sonunda sol ventrikül kan fırlatmayı durdurup, aort kapağı kapandığı zaman ise arterlerin esnek toparlanma özelliği (elastic recoil) sayesinde, diyastol sırasında bile arterlerde yüksek basınç korunur. Aort kapağı kapandığı zaman aort basıncı eğrisinde bir çentik meydana gelir. Bunun nedeni, kapağın kapanmasından hemen önce kanın kısa bir süre için geriye doğru akması ve bunu izleyerek geri akımın aniden durmasıdır.

Aort' taki basınç aort kapağı kapandıktan sonra diyastol boyunca yavaş yavaş düşer, çünkü gerilen esnek arterlerde birikmiş olan kan sürekli olarak çevre damarlar yolu ile venlere geri akar. Aort basıncı ventrikül yeniden kasılmadan önce, genellikle yaklaşık 80 mmHg'ya (diyastol basıncı) düşer, ki bu ventrikül kasılması sırasında aort' da meydana gelen en yüksek basınç olan 120 mm Hg'nın (sistol basıncı) üçte ikisidir.

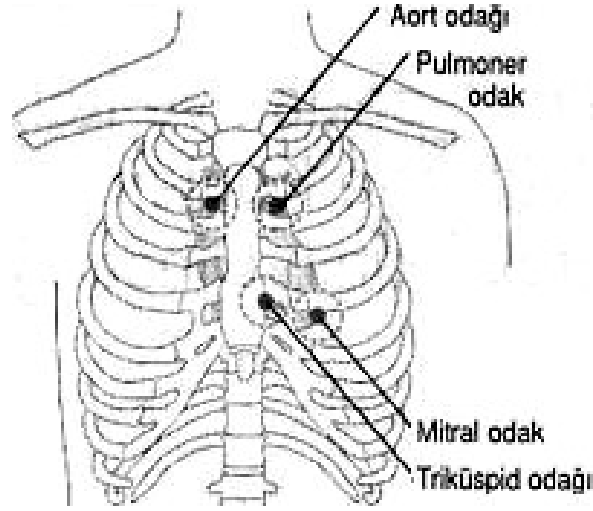
Pulmoner arterdeki basınç eğrisi aorttakine benzer. Tek fark, basınçların aorttakilerin sadece altıda biri kadar olmasıdır. Yani yüksek basınç 20 mmHg, düşük basınç ise 13 mmHg'dır.

2.3.4. Kalp Seslerinin Kalbin Pompalama İşlevi ile İlişkisi

Kalbi bir stetoskop ile dinlerken kapakların açıldığını duymayız, çünkü nispeten yavaş gelişen bir olay olan açılma, ses çıkarmaz. Fakat kapaklar kapanınca gelişen ani basınç farklarının kapakların yapraklarında ve çevredeki sıvılarda neden olduğu titreşimler, göğüse tüm yönlerde yayılan sesler çıkarır.

Ventrikül kasıldığı zaman, ilk olarak A-V kapaklarının kapanması ile oluşan bir ses duyarız. Frekans (perdesi, pitch) düşük, süresi nispeten uzun olan bu titreşim, birinci kalp sesi olarak bilinir. Sistol sonunda aort ve pulmoner kapaklar kapanırken nispeten hızlı bir çarpma sesi duyarız, çünkü bu kapaklar hızlı kapanır ve çevredeki her şey sadece kısa bir süre titreşir. Bu ses ikinci kalp sesi olarak bilinir.

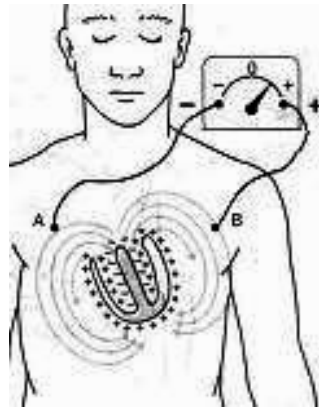
2.3.4.1. Normal Kalp Sesleri



Resim 2.8: Kalp sesleri dinleme noktaları

Normal bir kalp stetoskolla dinlenirse genellikle "lub, dub, lub, dub..." diye tanımlanan bir ses işitilir, "lub" sistol başında atriyoventriküler (A-V) kapakların kapanmasına ve "dub", sistol sonunda semilunar (aortik ve pulmoner) kapakların kapanmasına denk gelir. Normal bir kalp periyodunun, sistol başında, A-V kapaklar kapandığı zaman başladığı kabul edildiği için "lub" sesine birinci kalp sesi ve "dub" a ikinci kalp sesi adı verilir.

2.3.5. Göğüste Kalp Etrafındaki Elektrik Akımları



Resim 2.9: Göğüs üzerindeki kalp elektrik akımları

Resim 2.3.5.'teventrikül kasının göğüs içindeki yerleşimi görülmektedir. Çoğunluğu hava ile dolu olsa da akciğerler bile şaşırtıcı derecede iletkenlerdir. Kalbi çevreleyen diğer dokulardaki sıvılar ise elektriği çok daha kolay iletirler. Dolayısıyla kalp gerçekte iletken bir

ortamda asılı durmaktadır. Ventriküllerin bir parçası geri kalanına göre elektronegatif hâle geldiği zaman, elektrik akımları şekilde dikkati çekeceği üzere büyük dairesel yollar çizerek depolarize alandan polarize alana doğru hareket ederler. Purkinje sistemi ile ilgili tartışmadan anımsanacağı gibi, kalp uyarısı negatif işaretler ile gösterildiği gibi, ventriküllerin ilk olarak septumuna, bundan kısa bir süre sonra da kalan kısmının endokardiyal yüzeyine ulaşır. Bu durum ventriküllerin içine elektronegatiflik, dış duvarlarına ise elektropozitiflik sağlar. Akımlar ventrikülleri çevreleyen sıvıların içerisinde, şekildeki eğri oklarla gösterildiği gibi elips şeklinde yollar çizerek hareket ederler. Eğer okuyucu akımların tüm hareket çizgilerinin (elips şeklindeki çizgiler) cebirsel ortalamasını alırsa, ortalama akım hareketinin, negatif kalbin tabanına pozitiflik ise kalbin apeksine gelecek şekilde oluştuğunu bulacaktır. Akım, depolarizasyon sürecinin geri kalan bölümünün çoğunda depolarizasyon, ventrikül kası içinde endokardiyal yüzeyden dışarı doğru yayılırken, aynı yönde harekete devam eder. Depolarizasyon ventriküller içinde izlediği yolunu tamamlamadan hemen önce, akımın ortalama hareket yönü yaklaşık 1/100 saniye süreyle ters döner ve akım bu kez apeksten tabana doğru hareket eder. Çünkü kalbin depolarize olan en son bölümü ventriküllerin kalbin tabanında kalan dış duvarlarıdır.

Bu nedenle akım, normal bir kalpte negatiften pozitif, depolarizasyon döngüsünün en son kısmı hariç hemen hemen tamamı sırasında çoğunlukla tabandan apekse doğru hareket eder. Dolayısıyla şekilde gösterildiği gibi vücudun yüzeyine bir voltmetre bağlanırsa tabana yakın olan elektrot negatif, apekse yakın olan elektrot ise pozitif olacak ve voltmetre elektrokardiyogramda pozitif bir kayıt yapacaktır.

2.3.5.1. Ventrikül Fibrilasyonu

Bütün kalp aritmilerinin en ciddi, anında tedavi edilmediği takdirde hemen daima ölüme neden olan ventrikül fibrilasyonudur.



Grafik 2.3: Ventrikül fibrilasyonunun EKG çıktısı

Ventrikül fibrilasyonu, ventrikül kası kitlesi içinde tehlikeli bir şekilde dolaşan kalp uyarılarının, ventrikül kasının önce bir bölümünü, daha sonra bir başka bölümünü ve daha sonra bir başkasını uyararak sonunda kendi kendilerini geri beslemeleri ve aynı ventrikül kasını tekrar tekrar durmadan yeniden uyarımlarına bağlıdır. Bu gerçekleştiği zaman ventrikül kasının pek çok küçük bölümü aynı anda kasılacak, eş miktarda pek çok bölümü de gevşeyecektir. Bu nedenle ventrikül kası asla kalbin normal pompalama döngüsünün gerektirdiği gibi toplu halde ve uyumlu olarak kasılmayacaktır. Dolayısıyla çok sayıda uyarı sinyalinin ventrikül boyunca hareket etmesine rağmen ventrikül boşlukları ne genişler ne de küçülür, fakat hiç kan pompalamadan veya önemsiz miktarlarda kan pompalayarak kısmen kasılı belirsiz bir evrede kalırlar. Dolayısıyla fibrilasyon başladıktan sonra beyin kan akımının durmasına bağlı olarak, 4-5 saniye içinde bilinç kaybı olur, birkaç dakika içinde de vücudun tüm dokularında geri dönüşümü olmayan ölüm başlar.

Pek çok etken ventrikül fibrilasyonunu başlatabilir; bir saniye önce normal bir kalp atımı gerçekleşmişken bir saniye sonra ventriküller fibrile olabilirler. Fibrilasyonu başlatabilecek en önemli nedenler; (1) kalbin ani elektrik şokuna maruz kalması, (2) kalp kasının ya da özelleşmiş ileti sisteminin veya her ikisinin iskemisidir. İskemi; besleyen kan akımının azalması olarak bilinir.

2.4. Dolaşım

Dolaşım sisteminin görevi; besinleri dokulara taşımak, artık maddeleri dokulardan uzaklaştırmak, hormonları vücudun bir bölümünden diğerine taşımak ve genel olarak tüm hücrelerin optimal işlev görebilmesi ve yaşayabilmesi için tüm doku sıvılarında uygun çevreyi korumak, böylece dokuların gereksinimini karşılamaktır.

Bazen, kan akımının dokuların ihtiyacına göre nasıl kontrol edildiğini ve dolaşımdaki kanı damarlarda ilerletmek için gerekli kalp debisi ve arteryel basıncı sağlamak üzere kalp ve dolaşım sisteminin nasıl kontrol edildiğini anlamak zordur. Kan hacmini kontrol eden mekanizmalar nelerdir, dolaşım sisteminin diğer fonksiyonları ile ilişkisi nedir bunları inceleyelim.

2.4.1. Dolaşımın Fiziksel Karakteristikleri

Dolaşım sistemi; Şekil 2.4.1'de gösterildiği gibi sistemik dolaşım ve pulmoner dolaşım olmak üzere iki bölümde incelenir. Sistemik dolaşım akciğerler dışındaki bütün vücut dokularının kan ihtiyacını karşıladığı için, büyük dolaşım ya da periferik dolaşım diye de bilinir.

Vücuttaki her dokunun damar sistemi birtakım farklı özellikler göstermekle birlikte, damarların fonksiyonları ile ilgili bazı genel prensipler sistemin bütün bölümlerine uygulanabilir.

2.4.2. Dolaşım Sisteminin Fonksiyonel Bölümleri

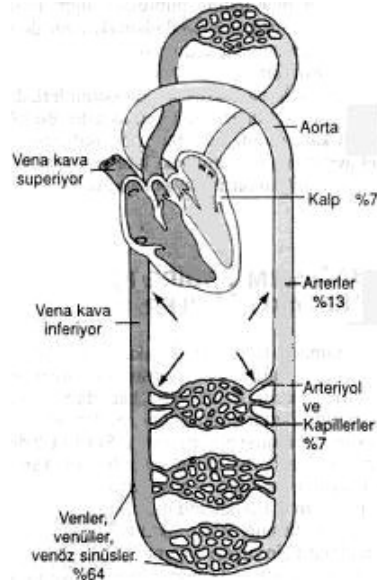
Arterlerin fonksiyonu, kanı dokulara yüksek basınç altında taşımaktır. Bu nedenle arterler, güçlü bir damar çeperine sahiptirler ve kan arterlerde hızlı akar.

Kapillerlerin görevi sıvı, besin maddeleri, elektrolitler, hormonlar ve diğer maddelerin kan ile interstisyel sıvı arasında değişimini sağlamaktır. Bu göreve uygun olarak, kapiller çeperi çok incedir ve çok sayıdaki kapiller porlar su ve küçük moleküllü maddelere geçirendir.

Venüller, kapillerlerden gelen kanı toplarlar. Birleşerek daha büyük venleri oluştururlar.

Venler dokulardan kalbe dönen kan için taşıma kanalları olarak görev yaparlar, fakat bir başka önemli fonksiyonları da büyük bir kan deposu olarak hizmet görmektir. Venöz sistemdeki basınç çok düşük olduğu için, ven çeperleri incedir. Yine de kas içerirler, kaslar venlerin daralmasına ya da gevşemesine izin verir, böylece vücudun gereksinimine göre az ya da çok miktarda kan depolayan, kontrol edilebilir bir depo olarak çalışırlar.

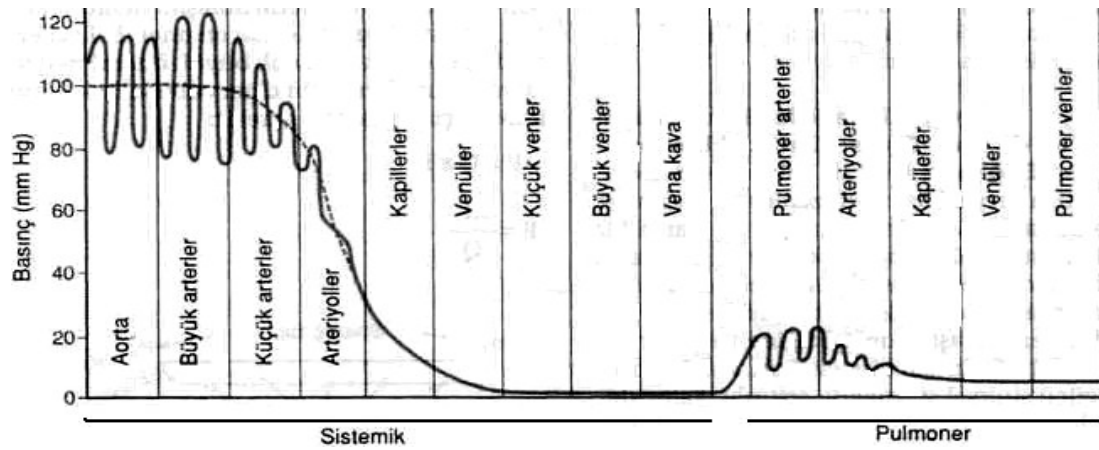
2.4.4.1. Dolaşım Sisteminin Değişik Bölümlerinde Kan Hacimleri



Şekil 2.3: Dolaşım sisteminde başlıca kan hacimleri

Dolaşımdaki kanın en büyük bölümü, sistemik venlerde bulunur. Vücuttaki tüm kanın %84'ünün sistemik dolaşımda, %16'sının ise akciğer ve kalpte bulunduğunu gösteriyor. Sistemik dolaşımda bulunan %84'ün; %64'ü venlerde, %13'ü arterlerde, %7'si sistemik arteriyol ve kapillerde bulunur. Tüm kanın %7'si kalpte, %9'u pulmoner damarlarda bulunur.

2.4.2. Dolaşım Sisteminin Çeşitli Bölümlerinde Basınçlar



Grafik 2.4: Dolaşım sisteminin basınçları

Kalp, kanı sürekli olarak aort'a pompaladığı için, aort'taki basınç yaklaşık ortalama 100 mmHg gibi yüksek bir değerdedir. Diğer yandan, kalbin pompalama etkinliği pulsatile olduğundan, Grafikte görüldüğü gibi, arteriyel basınç, 120 mmHg'lik sistolik ve 80 mmHg'lik diyastolik basınç arasında değişir. Kan sistemik dolaşımında ilerledikçe basınç giderek düşer ve kalbin sağ atriyumuna boşaldığı vena kavalanın sonuna ulaşıldığında yaklaşık 0 mmHg olur.

Sistemik kapillerlerdeki basınç, arteriyoller uçta 35 mmHg'lik yüksek bir basınçtan, venöz uçtaki 10 mmHg'lik düşük bir basınca kadar değişir, fakat damar yatağının büyük bir bölümündeki ortalama fonksiyonel basınç, yaklaşık 17 mmHg'dir. Bu basınç, kapiller porlarından çok küçük miktarda plazma sızmasına neden olacak kadar düşük olduğu halde, besinler kolaylıkla doku hücrelerine difüze olabilirler.

Grafiğin sağında, pulmoner dolaşımın farklı bölümlerindeki basınçlar ayrı ayrı gösterilmiştir. Pulmoner arterlerde basınç, aortada olduğu gibi, pulsasyonludur, fakat basınç düzeyi, oldukça düşüktür. Sistolik basınç yaklaşık 25 mmHg, diyastolik basınç yaklaşık 8 mmHg, ortalama pulmoner arteriyel basınç ise sadece 16 mmHg' dir. Pulmoner kapiller basınç ortalama 7 mmHg' dir. Yine de, bir dakikada akciğerlerden geçen kan akımı sistemik dolaşımdan geçen miktar ile aynıdır.

2.4.3. Dolaşım Fonksiyonunun Temel Teorisi

Dolaşımın fonksiyonunun ayrıntıları karmaşık olmakla birlikte, sistemin bütün işlevlerinin temelinde üç ana ilke bulunur:

Vücuttaki bütün dokuların kan akımı, daima doku ihtiyaçlarına göre hassas biçimde kontrol edilir. Dokular aktif ise, istirahattakinden daha fazla, bazen istirahat düzeyinin 20-30 katı kan akımına ihtiyaçları vardır. Fakat kalp, normal olarak kalp debisini 4-7 kattan fazla artıramaz. Ayrıca dolaşımın sinirsel kontrolü de doku kan akımı kontrolüne birtakım ek özellikler kazandırır.

Kardiyak debi başlıca, lokal doku akımlarının tümü tarafından kontrol edilir. Kan bir dokudan geçtikten sonra veriler yolu ile hemen kalbe döner. Kalp, kendisine gelen bu artmış kan akımına cevap olarak, hemen hemen tamamını geldiği yerdeki arterlere geri pompalar. Bu anlamda, kalp dokuların ihtiyacına cevap veren bir otomat olarak çalışır. Bununla beraber kalp, bu görevinde tam yeterli değildir. Böylece sıklıkla, gerekli miktarda kanın pompalamasını sağlamak için özel sinir sinyalleri şeklinde yardıma gereksinim duyar.

Arteriyel basınç, genellikle lokal akım kontrolü ya da kalp debisi kontrolü mekanizmalarından bağımsız olarak düzenlenir. Dolaşım sistemi, arteriyel basıncı düzenleyen yaygın bir sistemle donatılmıştır. Örneğin: Eğer herhangi bir zamanda basınç, 100 mmHg' lik normal ortalama seviyenin altına düşerse, sinirsel refleksler, basıncı önceki normal değerine yükseltmek için saniyeler içinde, bir seri dolaşım değişikliğine neden olur. Arterlerde daha fazla kan birikimi için, kalbin pompalama gücü sinirsel sinyallerle artırılır, kalbe daha fazla kan sağlamak için büyük venöz yedekler kontrakte olur ve tüm vücuttaki arteriyollerin çoğu, arter ağında daha fazla kan birikmesi için genel konstrüksiyon gösterir. Sonra, daha uzun dönemde, saatler ve günler içinde böbrekler, hem basıncı kontrol eden hormonları salgılamak, hem de kan hacmini düzenlemekle basınç kontrolünde önemli bir ek rol oynarlar.

2.4.4. Kan Akımı

Kan akımı deyimi basitçe, dolaşımın belirli bir noktasından belirli bir zaman içinde geçen kan miktarı anlamına gelir. Genellikle kan akımı dakikada mililitre ya da litre ile belirtilirse de, saniyede mililitre ya da başka bir akım birimi ile de ifade edilebilir.

İstirahat halindeki erişkin bir insanda tüm dolaşımdaki kan akımı yaklaşık dakikada 5 litre kadardır. Bu, birim zamanda kalp tarafından pompalanan kan miktarını belirttiği için, kalp debisi adını alır.

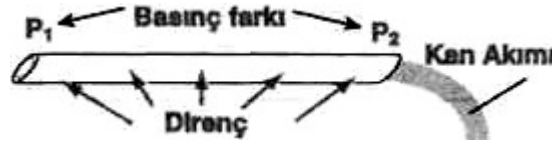
2.4.4.1. Basınç, Akım ve Direnç Arasındaki İlişkiler

Bir kan damarındaki akım, iki faktör tarafından belirlenir:

Damarın iki ucu arasındaki basınç farkı (basınç gradyanı da denir) ki bu, kanı damarda iten kuvvettir.

Damar direnci denilen, damar boyunca kan akımına karşı oluşan direnç.

Şekil 2.4.2, dolaşım sisteminin herhangi bir yerindeki bir kan damarı üzerinde bu ilişkileri gösteriyor.



Şekil 2.4: Damarlardaki kan akımı

P_1 damarın başlangıcındaki basıncı gösteriyor. Diğer uçtaki basınç, P_2 'dir. Akıma karşı direnç (R) damarın bütün iç yüzeyi boyunca oluşan sürtünme sonucu ortaya çıkar. Damar içindeki akım, Ohm yasası olarak adlandırılan aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$Q = \frac{\Delta P}{R}$$

Burada Q kan akımı, ΔP damarın iki ucu arasındaki basınç farkı ($P_1 - P_2$), R dirençtir. Bu formül kan akımının basınç farkı ile doğru, fakat direnç ile ters orantılı olduğunu gösterir.

2.4.5. Mikro Dolaşım ve Kapiller

Mikrosirkülasyon, dolaşımın en önemli fonksiyonu olan besin maddelerinin dokulara taşınması ve hücrel atıkların uzaklaştırılması işlevini görür.

Kapillerler geçirgenliği fazla, tek sıra endotel hücrelerinden oluşmuş, çok ince yapılardır. Burada, dokular ve kan arasında besin maddelerinin ve hücrel atıkların değişimi görülür. Yüzey alanı 500-700 metre kare (yaklaşık bir futbol sahasının sekizde biri kadar) olan yaklaşık 10 milyar kapiller vücudun tümünde bu fonksiyonu yerine getirmektedir. Gerçekte herhangi bir fonksiyonel hücrenin kapillerden 20-30 mikrometreden daha uzak olması enderdir.

2.5. Kan

2.5.1. Kan Fizyolojisi

Kan, hücrelerden ve “plasma” adı verilen bir sıvıdan oluşmuştur. Hücreler eritrositler (kırmızı kan hücreleri), lökositler (beyaz kan hücreleri) ve trombositlerdir. Hücrelerin %99’undan fazlasını eritrositler oluşturur. Eritrositler kanın oksijen taşıyan hücreleridir. Lökositler vücudu enfeksiyonlara ve kansere karşı koruyan hücrelerdir. Trombositler ise kanın pıhtılaşmasında görev alırlar.

Hematokrit, eritrositlerin oluşturduğu kan hacminin toplam kan hacmine oranıdır. Hematokrit tayini için kan heparinize özel tüplerde santrifüj edilir, eritrositler en altta toplanır, onun üstünde lökosit ve trombositlerin oluşturduğu çok ince bir tabaka oluşur, en üstte ise plazma adı verilen açık saman sarısı-beyaz renkte sıvı toplanır. Hematokriti hesaplamak için eritrositlerle dolu olan tüpün uzunluğu kanla dolu tüpün uzunluğuna bölünüp, çıkan sonuç 100 ile çarpılır. Örneğin 80 mm uzunluğunda kanın 36 mm’si eritrosit ise;

Hematokrit pipetinde eritrositler 36 mm’lik bir sütun oluştururken, lökosit ve trombositlerin birlikte yaklaşık 1-2mm’lik bir sütun oluşturmalarının sebebi, bu hücrelerin sayılarından kaynaklanmaktadır. 1mm³ kanda 4,6-6,2 milyon eritrosit varken, 5.000-10.000 lökosit ve 200.000-400.000 trombosit vardır. Doğal olarak, sayıca fazla olan eritrositler hemotokrit pipetinde daha uzun bir sütun oluşturacaklardır.

Hematokrit oranı erkeklerde %40 - %50 arasında değişirken, bu oran kadınlarda %35 - %45 arasında değişir. Eritrositlerin sayısının azaldığı durumlara anemi (kansızlık) denirken, eritrosit sayısının arttığı durumlara ise polisitemi denir.

Plazma kanın sıvı kısmıdır, su içinde çözülmüş çok sayıda organik ve inorganik maddelerden oluşur. Bu maddelerden en önemlisi proteinlerdir. Proteinler plazmanın toplam ağırlığının yaklaşık %7’sini oluşturur. Plazma proteinleri 3 ana gruba ayrılır. Bunlar, albuminler, globulinler ve fibrinojendir. Eğer kanın pıhtılaşmasına izin verilirse, tüpün üstünde kalan sıvıya plazma değil serum denir. Serumda fibrinojen ve pıhtılaşma ile ilgili diğer proteinler, pıhtılaşmada kullanıldığı için yoktur. Matematik formül olarak ifade etmek gerekirse;

(Plazma-Fibrinojen=Serum) diyebiliriz.

Dinlenme durumunda bir insanda 5000 ml/dak bir kalp çıktısı (cardiac output) ile birlikte vücuda 1000 ml/dk.’lık tempoda oksijen gönderilir. Kandaki bu O₂ içeriğinin ancak %20-25 kadarı organ ve dokular tarafından alınır ve kullanılır, gerisi ani gereksinimler için yedekte tutulur.

2.5.2. Kan Hücreleri

2.5.2.1. Eritrositler

Eritrositler bikonkav disk şeklinde yapılardır. Yani her iki tarafından basık daire şeklinedirler. 7µm çapındadırlar. Eritrositlerin yapım yeri yassı kemiklerin iliğidir. Eritrositlerin hücre zarı kişiden kişiye değişen özel proteinler içerir, bu proteinler sayesinde kan, ABO dediğimiz kan gruplarına ayrılır. Eritrositler hemoglobin denilen ve eritrosit ağırlığının üçte birini oluşturan bir protein içerirler. Bu proteinin görevi O₂ taşımaktır, oksijenin yaklaşık % 99'u hemoglobin ile taşınır, geri kalan % 1'lik kısım ise kanda çözünmüş olarak taşınır.

Oksijen taşıma kapasitesi belirli bir hacimdeki kanın içerdiği O₂ hacmidir. Bu kapasite etkin hemoglobin konsantrasyonuna bağlıdır. Taşıma kapasitesi anemide azalır.

2.5.2.2. Lökositler

Bir damla kanı uygun bir boya ile boyayıp mikroskop altında incelediğimiz zaman çeşitli tiplerde lökosit görülür.

Lökositlerin hepsi kemik iliğinde yapılırlar, ancak daha sonraki gelişmelerini kemik iliği dışında tamamlarlar.

2.5.2.3. Trombositler

Trombositler çok sayıda granül içeren renksiz hücre parçalarıdır. Megakaryosit denilen kemik iliğinin büyük hücrelerinin parçalarından oluşur. Bu megakaryosit parçaları sistemik dolaşıma girince trombosit adını alırlar. Hemostazın sağlanmasında, yani kanamanın durdurulmasında önemlidirler. Trombositler bir yüzeye yapışma eğilimindedirler, fakat kan damarlarının içini döşeyen normal endotel hücrelerine yapışmazlar. Ancak damarın içindeki endotel bir şekilde hasar görürde altındaki bağ dokusu (kollajen) açığa çıkarsa, trombositler kollajene bağlanır.

2.5.2.4. Kan Gazları

Arter kanı ile ven kanı arasında doğal olarak farklılıklar vardır. En önemli fark O₂ konsantrasyonudur. Bu, pratikte oksijen saturasyonu olarak bakılan bir parametredir.

Oksijen saturasyonu; kandaki hemoglobinin yüzde kaçının O₂ ile doymuş olduğunun ifadesidir. Arter kanında bu %95-100 (Sat O₂: %95-100), ven kanında ise %70-75'tir

Pratikte hasta takibinde kullanılan kan gazları arteriel kan gazlarıdır. Arteriel kan gazlarında bakılan parametreler ise;

Saturasyon O₂ (Sat O₂ %) : %95- 100

Parsiyel O₂ basıncı (PO₂) : 95-100 mmHg

Parsiyel CO₂ basıncı (PCO₂) : 35-45 mmHg

Kan asidikliği (pH) : 7.35 – 7.45

Bikarbonat (HCO₃) : 22- 26 mmol

2.5.3. Kan Grubu Tayini

Kişinin eritrositleri yüzeyinde bulunan antijenlere (aglutinojenlere) bağlı olarak kan grubunun tayini; Anti A, Anti B, Anti Rh (Anti D) test serumları kullanılarak tespit edilmektedir.

Eritrositlerde bulunan aglutinojen ile buna bağlı başka şahsın serumunda bulunan aglutinin'in reaksiyona girmesi nedeniyle oluşan eritrosit kümelerinin görülmesidir. Soğuk ve benzeri etkenler ile meydana gelen kümelenmelerde aglutinojen-aglutininin bağlanması söz konusu değildir. Çalkalamak, baget ile karıştırmak bu kümelenmeyi açar. Bu gibi kümelenmelere pseudoaglutinasyon denir. En çok "Lam metodu" kolay olması nedeni ile kullanılmaktadır.

Kan erişkin kişilerde el orta parmak ucu ya da kulak memesinden, çocuklarda ayak başparmağı ucu ya da topuktan alınır. Bu bölgeler alkollü pamuk ile temizlendikten sonra steril lanset ile delinir. Kan alınırken delinen yerin çevresine doku sıvısının karışmasını önlemek amacı ile basınç yapılmaması önerilir. Temiz bir lamın sağ ve sol köşelerine yakın olarak Anti A ve Anti B ortalarına da Anti D yazılarak lam ters çevrilir. Anti A yazılı tarafa Anti A test serumundan, Anti B yazılı tarafa Anti B test serumundan ve Anti D yazılı kısma da Anti D test serumundan birer damla konur. Aynı yerleşim kan alınımında da uygulanarak üst üste çakışması ile reaksiyona girmesi sağlanmalıdır. İyi karışımı sağlamak için her iki elin baş ve işaret parmakları ile lam tutularak sağ ve sola eğdirilmek sureti ile 3-5 dakika hareket ettirilir. Daha sonra aglutinasyon olup olmadığına mikroskopla bakılır. Aglutinasyon varsa serum üzerinde eritrosit kümeleri görülür. Aglutinasyon yoksa homojen bir görüntü vardır.

Çıkan kandan test serumları üzerine fazla konursa pseudoaglutinasyona neden olabilir. Bunu önlemek için eritrosit süspansiyonu hazırlanarak kullanılabilir. Ayrıca ateşli hastalıklarda ve enfeksiyonlarda pseudoaglutinasyon görülebilir.

Sonuçta; Eğer hem Anti A, hem de Anti B test serumlarında aglutinasyon varsa incelenen kan AB grubundandır. Her ikisinde de aglutinasyon yoksa incelenen kan O grubundandır. Eğer yalnız Anti A serumunda aglutinasyon varsa kişi A grubundandır. Eğer yalnız Anti B serumunda aglutinasyon varsa B grubundandır. Eğer Anti D serumunda aglutinasyon varsa Rh (+), yoksa Rh (-) dir.

2.6. Hücre, Kas, Kalp ve Dolaşım Parametrelerini Kullanan Biyomedikal Cihazlar

2.6.1. Elektrocerrahi Cihazlardan Elektrokoter

Elektrik akımının ısı etkisinden cerrahide de yararlanılmaktadır. Yüksek frekanslı akımlar sivri uçlu bir metal aracılığı ile dokuya uygulandığında, akım yoğunluğunun çok yüksek olduğu sivri uç lokal kesme işlemi yapabilir. Akımın ısı etkisi ile koagülasyon da sağlandığından, kanamanın riskli olduğu operasyonlarda tercih edilen bir kesme biçimidir. Bu amaçla yapılmış sistemlere elektrokoter adı da verilir. Elektrocerrahide 250 kHz-4 MHz arası sinüzoidal akımlar. Düzgün kesme işlemleri için saf sinüzoidal akımlar tercih edilir.

2.6.2. Fotopletismografi

Hücrelerin ışık geçirgenliği ve alt üyelerinin veya değişik hücrelerin ışık soğurması bilgisine dayanarak; parmak ucuna veya kulak memesine küçük bir ampulün verdiği ışık gönderilir. Kalp atımlarına bağlı olarak, dokudaki kan hacmi ve soğurduğu ışık şiddeti değişir. Dokuları geçen veya kemikten yansıyan ışınlar, ışık şiddet değişimlerine duyarlı bir devre elemanı üzerine düşürülür. Bu elemandaki kan hacim değişim bilgisi taşıyan potansiyel değişimleri bir osiloskop veya kaydedici ile gözlenir.

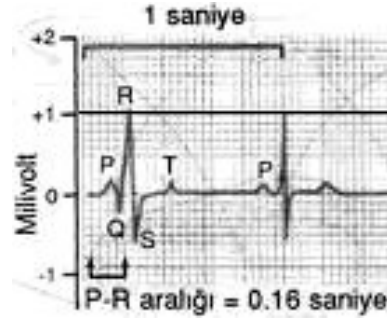
2.6.3. Normal Elektrokardiyogram

Normal elektrokardiyogram bir P dalgası, bir QRS kompleksi ve bir T dalgasından oluşur. QRS kompleksi her zaman olmamakla beraber çoğu zaman üç ayrı dalgadan; Q dalgası, R dalgası ve S dalgasından oluşur.

Atriyumlar kasılmadan önce depolarize olurken, meydana gelen elektrik potansiyelleri P dalgasını oluşturur. Ventriküller kasılmadan önce depolarize olurken yani depolarizasyon dalgası ventriküllere yayılırken meydana gelen potansiyeller, QRS kompleksini oluşturur. Dolayısıyla hem P dalgası hem de QRS kompleksinin parçaları depolarizasyon dalgalarıdır.

Ventriküller depolarizasyon durumundan eski durumlarına geri dönerlerken meydana gelen potansiyeller, T dalgasını oluştururlar. Ventrikül kasında bu işlem, normalde depolarizasyondan 0.25-0.35 saniye sonra meydana gelir ve bu dalga repolarizasyon dalgası olarak bilinir.

Bu nedenle elektrokardiyogram hem depolarizasyon hem de repolarizasyon dalgalarından meydana gelir. Elektrokardiografide depolarizasyon ve repolarizasyon dalgalarının birbirlerinden ayırt edilmesi önemlidir.



Grafik 2.5: Elektrokardiyogram çıktısı

Ventriküllerin repolarizasyon dalgası, normal elektrokardiyogramın T dalgasıdır. Genellikle ventrikül kasının bazı lifleri, depolarizasyon dalgasının başlangıcından yaklaşık 0.20 saniye sonra repolarize olmaya başlarlar.

2.6.3.1. Elektrokardiyogram Kaydetmenin Yöntemleri

Kalp kasının kalbin her atımı sırasında oluşturduğu elektrik akımları, bazen kalbin karşılık gelen tarafındaki elektrik potansiyellerini ve polaritelerini 0.01 saniyeden daha kısa bir sürede değiştirirler. Dolayısıyla elektrokardiyogramı kaydedecek olan her cihazın potansiyeldeki bu değişikliklere hızla cevap verebilmesi gerekir. Bu amaçla genellikle iki tür kalemli kayıt cihazı kullanılır.

Kalemli Kayıt Cihazı

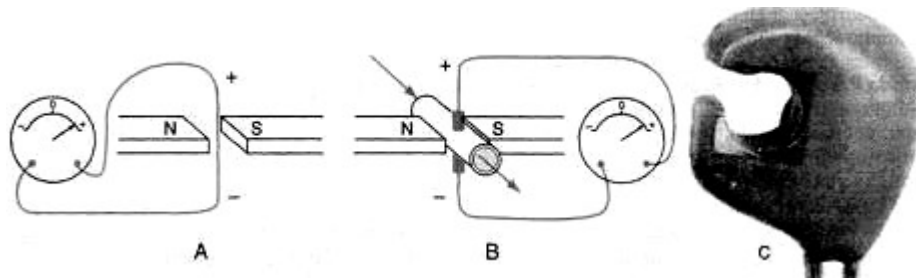
Çoğu modern klinik elektrokardiyograf, bir kalem ile, hareket eden bir kağıt üzerine doğrudan yazan kalem yazıcı kayıt cihazı kullanır. Kalem bazen bir ucu bir mürekkep deposuna bağlı olan bir tüptür. Kalemin kayıt yapan ucu ise kalemi ileriye ve geriye doğru yüksek hızda hareket ettirebilen güçlü bir elektromıknatıs sistemine bağlıdır. Kağıt ileri doğru hareket ederken kalem elektrokardiyogramı kaydeder. Kalemin hareketi ise hasta üzerindeki elektrokardiyograf elektrotlarına bağlanmış olan uygun bir elektronik yükseltici aracılığı ile denetlenir.

Diğer kalemli kayıt sistemleri yazıcı uçta mürekkep bulunmasına gerek bırakmayan özel kağıtlar kullanırlar. Bu kağıtların bir türü ısıya maruz kaldığı zaman siyaha döner, yazıcı uç ise en uç kısmından geçen elektrik akımı ile çok ısınır. Diğer bir kağıt türü, elektrik akımı yazıcı uçtan geçerek kağıt üzerinden, kağıdın arkasındaki bir elektroda doğru hareket ettiği zaman siyaha döner. Böylece yazıcı uç kağıt üzerinde dokunduğu her yerde siyah bir çizgi bırakır.

2.6.4. Kan Akımını Ölçme Yöntemleri

Akımı ölçmek için, birçok mekanik ve mekanoelektrik araçlar seri olarak bir kan damarına sokulabilir ya da bazı örneklerde, damarın dışına uygulanabilir. Bunlara flowmetre'ler (akım ölçerler) denilir.

2.6.5. Elektromanyetik Akım Ölçer



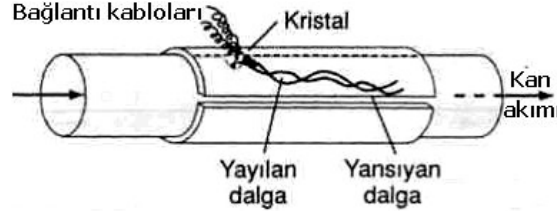
Şekil 2.5: EM akım ölçme prensip şeması ve elektrodu

Damarı açmadan kan akımını ölçebilen aletlerin en önemlilerinden biri, elektromanyetik akım saati olup, çalışma prensibi Şekil 2.6.1'de gösterilmiştir. Şekil A manyetik alanda çapraz şekilde hızla hareket eden bir telde elektromotor kuvvetin

oluşumunu göstermektedir. Bu, elektrik jeneratöründe elektrik üretiminin çok iyi bilinen bir ilkesidir. Şekil B'de aynı ilkenin manyetik alanda hareket eden kanda elektromotor kuvvetin üretimine uygulanışı görülmektedir. Burada bir kan damarı kuvvetli bir mıknatısın kutupları arasına yerleştirilir ve elektrotlar damarın iki tarafına, manyetik alan çizgilerine dik olarak konur. Kan damardan aktığı zaman, iki elektrot arasında akım hızı ile orantılı olarak gelişen elektriksel voltaj uygun bir elektrik akım saati ya da elektronik araç ile ölçülebilir. Şekil C'de büyük damarlarda kan akımını ölçmede kullanılan gerçek bir alet görülmektedir. Bu alet içinde, hem güçlü mıknatıs hem de elektrotlar bulunmaktadır. Elektromanyetik akım saatinin özel bir üstünlüğü, akımda 0.01 saniyeden daha kısa bir zaman içinde gelişen değişimleri kaydedebilmesi, böylece sabit akım gibi, akımdaki pulsatil değişimleri doğru kaydetmeye elverişli olmasıdır.

2.6.6. Ultrasonik Doppler Akım Ölçer

Elektromanyetik akım saati ile aynı avantajların çoğuna sahip olan ve damara dışarıdan uygulanabilen diğer bir akım ölçer (Şekil 2.6.2)'de gösterilen ultrasonik doppler akım ölçeridir. Bu saatin duvarına küçük bir piezoelektrik kristal monte edilmiştir. Bu kristal uygun bir elektronik ayağa bağlandığı zaman, akıntı yönünde, kanın aktığı sürece saniyede birkaç milyon frekanslı bir ses oluşturur. Ses dalgalarının bir kısmı akan kan içindeki alyuvarlardan yansıyarak kristale geri döner. Bu yansıyan dalgalar, kristalin yaydıklarından, eritrositler kristalden uzaklaşmakta oldukları için daha düşük frekanslıdır. Buna doppler etkisi denir (Aynı etki düdükle çalarak geçen bir tren sesinden de fark edilir. Tren yaklaşırken duyulan düdükle sesi, tren uzaklaşırken ani olarak kalınlaşır).



Şekil 2.6: US Doppler akımölçer prensibi

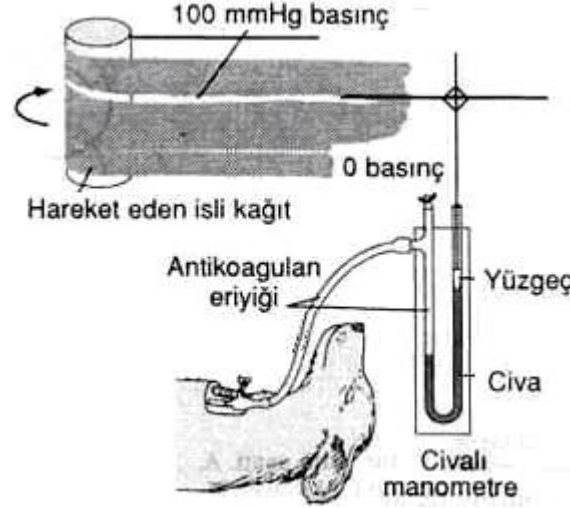
Şekildeki akım ölçer de çok yüksek frekanslı ses dalgaları belirli aralarla kesilerek, yansıyan dalgalar, kristalden elektronik bir alet yardımı ile büyütülerek alınır. Cihazın diğer bir bölümüne yayılan ve yansıyan dalgalar toplanarak frekans farkları alınarak istenilen değere ulaşılabilir.

2.6.7. Kan Basıncı

Kan basıncı hemen daima milimetre civa (mmHg) ile belirtilir. Çünkü eskiden beri kan basıncının ölçümü için standart olarak (şekilde gösterilen) civalı manometreler kullanılmıştır. Gerçekten, kan basıncı kanın damar çeperinin herhangi bir birim alanına uyguladığı basınç demektir. Bir damarda basıncın 50 mmHg olduğu söylendiği zaman, bu, kanın uyguladığı kuvvetlerin bir civa sütununu 50 mm'lik düzeye çıkarabileceği anlamına gelir. Eğer basınç 100 mmHg ise civa sütunu 100 mm'ye çıkacaktır.

2.6.7.1. Direkt Kan Basınç Ölçümü

Civalı manometre ile arteryel basınç kaydı. Bu metot, fizyoloji tarihi boyunca kan basıncını kaydetmek için resimde gösterilen biçimde uygulanmıştır.



Resim 2.10: Doğrudan kan basınç ölçüm prensibi

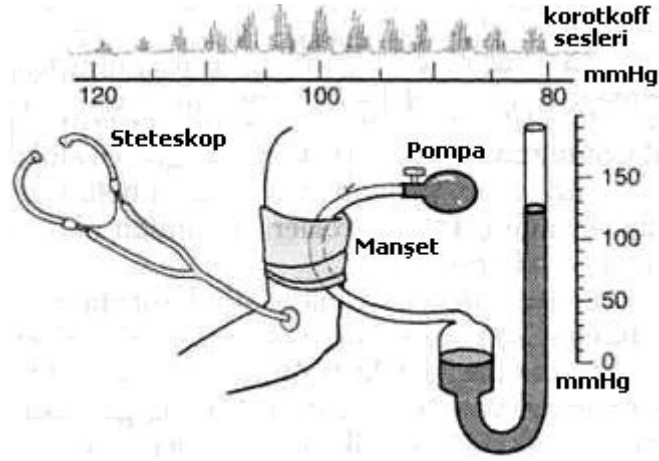
Bazen de basınç, santimetre su ile ölçülür (cm H₂O). 10 cm su basıncı, su sütununu 10 cm'ye çıkararak basınç demektir. Bir milimetre civa 1.36 cm suya eşdeğerdir. Çünkü civanın özgül ağırlığı suyun 13.6 katı ve 1 cm, 1 mm'nin 10 katıdır. Bu da hassas ölçmelerde kullanım için çok ideal bir yoldur.

2.6.7.2. Oskültasyon Yöntemi ile Kan Basınçlarının Ölçülmesi

Oskültasyon yöntemini kullanarak indirekt yol ile sistolik ve diyastolik basınçları ölçerler. Resim 2.6.2'de sistolik ve diyastolik basıncı tayin etmek için kullanılan oskültasyon yöntemi gösterilmektedir. Antekübital arter (brakial arter) üzerine bir stetoskop yerleştirilir, üst kola sarılan manşet şişirilir. Arter kan ile dolu kalacak şekilde, çok küçük bir basınç ile manşet, kolu sıkıştırdığı sürece, kan damar içinde pulsatil olarak akarak birlikte stetoskopta hiçbir ses işitilmez.

Manşetteki basınç arteryel basınç siklüsünün bir döneminde arteri kapatacak kadar fazla olduğunda her pulsasyonda bir ses işitilir. Bu seslere korotkoff sesleri denir.

Korotkoff seslerinin esas nedeni hâlâ tam olarak bilinmemekle beraber, kanın kısmen kapatılmış olan damardan fırlatılmasıyla oluştuğuna inanılmaktadır. Fırlatma manşetin ilerisindeki açık damarda türbülansa neden olur, bu da stetoskopta duyulan vibrasyonları oluşturur.



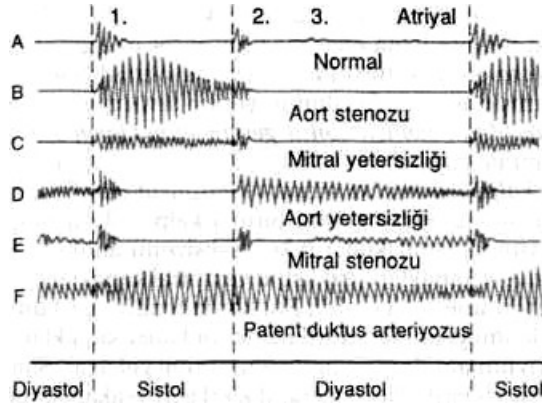
Şekil 2.7: Dolaylı kan basıç ölçüm prensibi

Oskültasyon yöntemiyle kan basıncı ölçülürken, önce manşetteki basınç arteryel sistolik basıncın üzerine çıkarılır. Bu basınç arteryel sistolik basıncın üstünde olduğu sürece kan arterin alt kısmına akamaz. Bu nedenle arterin alt bölümünde Korotkoff sesleri de duyulamaz. Daha sonra manşetin basıncı yavaş yavaş azaltılır. Manşetteki basınç sistolik basıncın altına iner inmez kan sistolik basıncın tepe noktasında manşetin altındaki damardan geçer ve antekübital arterde kalp vurumu ile eş zamanlı olarak hafif vurum tarzında sesler işitilmeye başlanır. Bu seslerin işitilmeye başlandığı an manşetle bağlantılı olan manometrenin gösterdiği basınç düzeyi yaklaşık olarak sistolik basınca eşittir.

Manşetteki basınç daha da indirilirse, Korotkoff seslerinin kalitesi değişir, hafif vurumlar yerine daha ritmik ve sert sesler duyulur. Daha sonra manşetteki basınç diyastolik basınca eşit olduğunda, artık diyastol sırasında arter sıkışmamaktadır, yani seslerin oluşumuna neden olan temel faktör (kanın sıkıştırılmış arterden fırlatılması) artık mevcut değildir. Bu nedenle, sesler aniden örtülü ve boğuk bir nitelik kazanır, o zaman genellikle manşetteki basınç 5-10 mm daha indirilince tamamen kaybolur. Korotkoff seslerinin boğuk nitelik aldığı manometre basıncı yaklaşık olarak diyastolik basınca eşittir.

Sistolik ve diyastolik basıncın oskültasyon yöntemi ile belirlenmesi tamamen hatasız değildir, genellikle arterlerden direkt olarak yapılan ölçümlerden %10 kadar farklı değerler alınabilmektedir.

2.6.7.3. Fonokardiyoqram



Grafik 2.6: Fonokardiyoqram çıktıları

Eğer, düşük frekanslı sesi alabilen özel bir mikrofon göğüs duvarına yerleştirilirse, yüksek hızda yazdırıcı bir apareyle kalp sesleri büyütülebilir ve yazdırılabilir. Kayıt trasesine fonokardiyoqram denir. Grafik 2.6.2'de şematik olarak görüldüğü gibi kalp sesleri dalgalar şeklinde ortaya çıkarlar. A trasesi birinci, ikinci ve üçüncü kalp seslerini ve hatta atriyal sese ait vibrasyonları gösteren bir normal kalp sesleri kayıdır.

2.6.8. Kalp Cerrahisinde Vücut Dışı (Ekstrakorporal) Kan Dolaşımı Sağlamak

Kalp çalışmakta iken kalp içi kusurları tamir etmek hemen hemen olanaksızdır. Bu nedenle, operasyon sırasında kalp ve akciğerlerin yerini almak üzere çeşitli tipte yapay kalp-akciğer makineleri geliştirilmiştir. Böyle bir sisteme vücut dışı dolaşım adı verilir. Sistem başlıca bir pompa ve bir oksijenleme düzeneğinden ibarettir. Kanda hemolize neden olmayan herhangi bir pompa tipi uygun kanın oksijenlenmesi için uygulanan prensipler şunlardır;

Kandan oksijen kabarcıkları geçirmek ve sonra kanı hastaya geri vermeden önce bu kabarcıkları uzaklaştırmak

Kanı oksijen içindeki geniş plastik bir yüzey üzerinde aşağıya doğru damla damla geçirmek

Kanı dönen disklerin yüzeyinden geçirmek

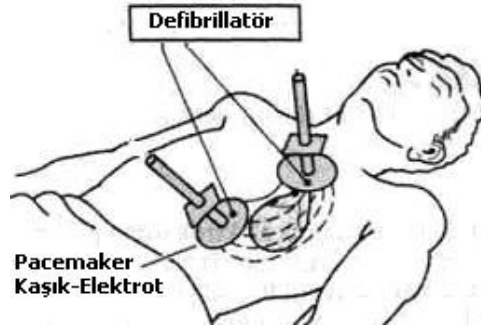
Kanı, oksijen ve karbondioksit geçiren ince membranlar arasından veya ince tüplerden geçirmek.

Çeşitli sistemler, kanın hemolizi, kanda küçük pıhtıların oluşması, küçük oksijen kabarcıkları veya köpük oluşmasını önleyici ajanın küçük embolilerinin hastanın arterlerinden geçmesi olasılığını içeren birçok güçlükler taşımaktadır. Yine, büyük miktarda kanın bütün sistemden geçmesinin gerekli oluşu, uygun miktarda oksijenlenmenin

sağlanamaması ve kanın koagülasyonunu önlemek için sistemde heparin kullanılmasının gerekliliği, heparinin ise cerrahi girişim sırasında yeterli hemostazı engellemesi, sistemlerin taşıdığı sakıncalardandır. Ancak, bütün bu güçlüklerle rağmen, uzmanların ellerinde, hastalar birçok saat yapay kalp-akciğer makinelerine bağlı kalabilmekte, kalp içinde girişimler yapılabilmektedir.

2.6.9. Ventriküllerin Elektroşok ile Defibrilasyonu

Zayıf bir alternans akım ventrikülleri daima fibrilasyona soksa da, ventriküllerden kısa bir süre için geçirilen kuvvetli bir elektrik akımı, ventrikül kasının tamamını aynı anda cevapsız döneme sokarak fibrilasyonu durdurabilir. Bu amaçla kalbin iki yanına yerleştirilen elektrotlardan yoğun bir akım geçirilir. Akım ventrikül liflerinin çoğuna ulaşarak ventriküllerin bütün bölümlerini aynı anda uyarır ve cevapsız hale getirir. Bütün uyarılar durur ve kalp 3 ila 5 saniye sessiz kalır, bundan sonra genellikle sinüs düğümünden gelen uyarılarla yeniden atmaya başlar. Fakat ventrikülleri fibrilasyona sokmuş olan yeniden-giriş odağı çoğu zaman varlığını sürdürür. Bu da fibrilasyonu derhal yeniden başlatabilir.



Resim 2.11:Defibrillatörle şoklama

Elektrotlar kalbin iki yanına doğrudan yerleştirildiğinde, 0.1 saniye süreyle uygulanan 110 voltluk 60 devirli alternatif akım ile veya birkaç 1/1000 saniye süreyle uygulanan 1000 voltluk doğru akım ile genellikle fibrilasyon durdurulabilir. Elektrotlar göğüs duvarına yerleştirildiği zaman, büyük bir elektrik kapasitör birkaç bin volta kadar yüklendikten sonra kapasitörün elektrotlardan ve kalpten birkaç 1/1000 saniye içerisinde geçecek şekilde boşalması sağlanır. Bu değerlerle enerji seviyesi 50 Joule ile 350 Joule arası değer uygulanır.

2.6.10. Santrifüj

Bu cihazla vücut sıvılarının belli parçacıkların ağırlık farkını kullanması ile sabit hızda döndürerek çöktürme yapılmaktadır. Bu işlemin sonucunda belli parçacıklar ayrılarak ister kullanılır, isterse oranlarıyla teşhiste yardımcı olur.

2.6.11. Kan analizörleri

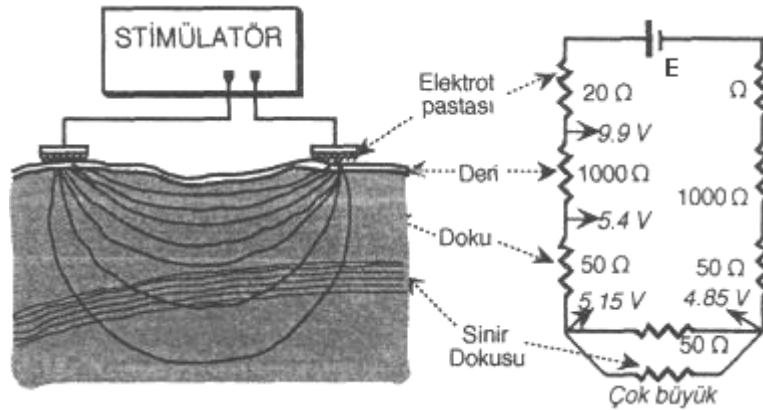
Kanın içindeki her parçacığın çapı ve elektrik iletkenliği farklıdır. Bu cihazlarla belli çaplarda hattan geçişleri veya geçerken iletkenlik değişim oranlarının sayımıyla içlerindeki parçacıkların tespiti ve sayı oranları bulunabilmektedir.

2.6.12. Kas elektrik ölçer

EMG cihazları klinikte motor veya duysal sinirlerde iletim hızı ölçümlerinde de kullanılmaktadır. Bir motor sinirde iletim hızı ölçmek için, motor sinirin yüzeye iliştiği bir yerden uyarılır ve periferik bir yerden aksiyon potansiyeli gözlenir. EMG ekranında, stimulus artifactı olarak adlandırılan sinyalin gözükmesinden aksiyon potansiyelinin ortaya çıkışına kadar geçen ve latans (latency; uyarının uygulandığı noktadan ölçme noktasında aksiyon potansiyelinin oluşumuna kadar geçen süre) adı verilen süre okunur. Latam ise tayini zor olan latent dönem ile iletim süresinin toplamıdır. Uygulama elektrotları aynı sinir yolu üzerinde belli mesafe kaydırılarak bu durumda okunan latans zaman farkı aksiyon potansiyelinin mesafeyi alma süresine karşılık olur. Zaman oranı ile iletim hızı belirlenir.

Motor sinir iletim hızı tayinleri sinir aksiyon potansiyeli yerine kas aksiyon potansiyelleri gözlenerek de yapılabilir.

Vücuda potansiyel uygulama veya potansiyel ölçme esnasında esas ölçüm noktası ile elektrot noktası arasında fizyolojik etkiden dolayı direnimler söz konusudur. Buna örnek olarak Şekil 2.6.3'te life enerji verim uygulama ve eşdeğer devresi görülmektedir.



Şekil 2.8: Simülatörle sinir lifi uyarımı

UYGULAMA FAALİYETİ

Kasa küçük elektrik akımı uygulayarak davranışlarını gözlemleyiniz.

- Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınız
- Ø Uygulama yapılacak kişiyi rahat pozisyon için uygun yere oturtunuz.
- Ø Yüzey elektrotları ve simülatör cihazını çalışma ortamına getiriniz.
- Ø Önerilere göre birkaç değeri uygulayarak kişinin kaslarını gözlemleyiniz.
- Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınız.
- Ø Çevre temizliği yapınız.




- Ø Bu uygulamanın öğretmen veya alan uzmanlarının gözetiminde yapılmalıdır.
- Ø Elektriksel emniyet tedbirleri alınır. Kasın uyarılmasında gerilim ve akım seviyeleri mili saniye zamanda mili volt ve mA değerlerinde olmalıdır.

Akım (mA)	Etkisi
1 ve altı	Algılanmaz. Güvenlik sınırı.
5	“Karıncalanma” biçiminde algılanır.
10	Ağrı eşiği.

- Ø Verilen güvenli değerlerin üzerine çıkmayınız.







UYGULAMA FAALİYETİ

Kalp seslerini stetoskopla dinleyerek dakikadaki atış zamanlarını inceleyiniz

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınızØ Uygulama yapılacak kişiyi rahat pozisyon için uygun yere oturtunuzØ Stetoskopu çalışma ortamına getiriniz.Ø Önerilere göre kişinin dakikadaki kalp atımını ölçünüz.	<ul style="list-style-type: none">Ø Temel hijyenik tedbirleri alınız.Ø Çalışma sırasında oldukça dikkatli ve yavaş hareket ediniz.Ø Stetoskobun kazara bir yere çarpıp yüksek ses çıkartarak kulağınıza zarar vermemesi için dikkatli olunuz.
	
<ul style="list-style-type: none">Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınızØ Çevre temizliği yapınız.	

UYGULAMA FAALİYETİ

Kol dirsek damarı üzerinden çeşitli basınçlar uygulayarak dolaşım sistemindeki kan basınç değişimini gözlemleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınız.Ø Rahatlıkla sıkılıp gevşetebileceğiniz kolu sarabilen manşeti çalışma ortamına getiriniz.  <ul style="list-style-type: none">Ø Uygulama yapılacak kişi rahat pozisyon için uygun yere oturtunuz.Ø Önerilere göre değişik sıklıklarda damar davranışlarını gözlemleyiniz.Ø Üstteki şekildeki gibi bağlamadan sonra sıkıp gevşetme hareketini yapınız   <ul style="list-style-type: none">Ø Damarlardaki değişiklikleri gözlemleyerek sonuçları rapor haline getiriniz.	<ul style="list-style-type: none">Ø Damara basınç uygulanırken kan akımının uzun süre kesilmemesine dikkat edilmeli.   <ul style="list-style-type: none">Ø Kolu şekillerde görüldüğü gibi de sıkabilirsiniz.Ø Elin üzerindeki damarların bağlanmadan önceki hâlini gözlemleyiniz. 




- Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınız
- Ø Çevre temizliği yapınız.



- Ø Sıkıp gevşetme hareketinden sonra eldeki damarları gözlemleyiniz.


UYGULAMA FAALİYETİ

Santrifüj cihazı kullanarak kandaki hematokrit oranını gözlemleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Uygulamayı mutlaka sağlık personeli ya da öğretmen gözetiminde gerçekleştiriniz.Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınız.Ø Uygulama yapılacak tüpleri ve santrifüj cihazını çalışma ortamına getiriniz.  	<ul style="list-style-type: none">Ø Temel hijyenik tedbirleri alınız.Ø Tek kullanımlık steril eldiven takınız.Ø İş önlüğü giyiniz.Ø Koruyucu maske ve gözlük takınız.Ø Çalışma sırasında oldukça dikkatli ve yavaş hareket ediniz.Ø Numuneleri hazır paket kandan dikkatlice enjektörle (tek kullanımlık) alınız ve tüplere koyunuz. 
<ul style="list-style-type: none">Ø Numuneleri tüplere, tüpleri de santrifüje koyunuz ve çalıştırınız.Ø Numune tüplerini 5-10 dk. Santrifüj cihazında çöktürünüz.Ø Çökertilmiş numunede altta koyu kıvam ve üstte daha açık ve sıvı alan göreceksiniz. Bunların tüm numuneye oranlarını not ediniz.Ø Aldığınız oranları öğrendiğiniz bilgilerle karşılaştırınız.Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınız.Ø Çevre temizliği yapınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Numuneleri kullanırken mikrobiyolojik risklere karşı tedbirleri alınız.Ø Santrifüj cihazının kullanımında sağlık personeli ya da öğretmenden yardım alınız.Ø Atıkları (tek kullanımlık malzemeler) çevreye zarar vermeyecek şekilde özel kapalı atık çöplüklerine atınız.Ø Çevreye bulaşan kanı alkollü pamukla temizleyiniz ve kapalı atık çöplüklerine atınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

Kişinin eritrositlerinin yüzeyinde bulunan antijene (aglutinojenlere) bağlı olarak kan grubunu tayin ediniz.

Ø İşlem Basamakları	Ø Öneriler																																													
	<p>Örnek Kan Jel Çözelti Tablosu</p> <table border="1"><thead><tr><th>Anti A</th><th>Anti B</th><th>Anti D</th><th>Kontrol</th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>O Pozitif</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>O Negatif</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>A Pozitif</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>A Negatif</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>B Pozitif</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>B Negatif</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>AB Pozitif</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>AB Negatif</td></tr></tbody></table>	Anti A	Anti B	Anti D	Kontrol						O Pozitif					O Negatif					A Pozitif					A Negatif					B Pozitif					B Negatif					AB Pozitif					AB Negatif
Anti A	Anti B	Anti D	Kontrol																																											
				O Pozitif																																										
				O Negatif																																										
				A Pozitif																																										
				A Negatif																																										
				B Pozitif																																										
				B Negatif																																										
				AB Pozitif																																										
				AB Negatif																																										
<p>Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınız.</p> <p>Ø Çalışma ortamında Francke iğnesi, steril lanset, mikroskop ile Anti A, Anti B ve Anti Rh (Anti D) serumlarını bulundurunuz.</p> <p>Ø Numune alımında öncelikle sağlık personelinin yardım alınız</p> <p>Ø Uygulama yapılacak kişiden Francke iğnesini deriye batırarak steril lanset ile kan aldırınız ya da kontrollü olarak yardımcıyla kendiniz alınız.</p> <p>Ø Anti A, Anti B, Anti Rh (Anti D) test serumlarını birbirlerine temas etmeyecek mesafede lama damlatınız</p> <p>Ø Kan numunesi ile anti serumları üst üste gelecek</p>	<p>Ø Numuneleri kullanırken mikrobiyolojik risklere karşı tedbirleri alınız;</p> <p>Ø Temel hijyenik tedbirleri alınız.</p> <p>Ø Tek kullanımlık steril eldiven takınız.</p> <p>Ø İş önlüğü giyiniz.</p> <p>Ø Koruyucu maske ve gözlük takınız.</p> <p>Ø Çalışma sırasında oldukça dikkatli ve yavaş hareket ediniz.</p> <p>Ø Sağlık personelinin takip ederek numune alınma</p>																																													

<p>şekilde lamlarla temas ettirerek mikroskopta aglütinasyon (antijenle antikorun birleşimi) oluşumlarını inceleyiniz. (Gözle görülebilir)</p> <p>Ø Kan grubunu sağlık personeli ile sonuçlandırınız.</p> <p>Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınız.</p> <p>Ø Çevre temizliğini mikrobiyolojik kurallara göre yapınız.</p>	<p>yöntemini gözlemleyerek, kontrollü deneyiniz.</p> <p>Ø Kan alınacak bölgeyi önce alkollü pamuk ile temizleyiniz. Francke iğnesini fazla bastırmayınız</p> <p>Ø Kan alınırken bölgeye basınç uygulanmamasına dikkat ediniz.</p> <p>Ø Kan damlayan ortamları steril eldivenle alkollü pamukla silerek temizleyiniz.</p> <p>Ø Atıkları (tek kullanımlık malzemeler) çevreye zarar vermeyecek şekilde özel kapalı atık çöplüklerine atınız.</p>
---	--

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Düz kasın dinlenme membran potansiyelinin seviye (mV) aralığı hangisidir?
A) -20 ila -30
B) -30 ila -40
C) -50 ila -60
D) -80 ila -100
2. Bir hücrede herhangi bir elementin intraselüler konsantrasyonunun extraselüler konsantrasyona oranı 10 ise Nernst potansiyeli değeri kaç mV olur?
A) -20
B) -61
C) -94
D) -120
3. Dolaşım sisteminin antekubital (brakial arter) atardamarında normal basınç değeri aralığı mmHg olarak nedir?
A) 13-20
B) 30-50
C) 60-94
D) 80-120
4. Kalp seslerini kullanan biyomedikal cihazların genel ismi nedir?
A) Fonokardiyografi
B) Elektrokardiyografi
C) Defibrillatör
D) Elektroensolografi
5. Dolaylı kan basınç ölçme yönteminde kullanılan cihaz hangisidir?
A) EKG
B) Ultrasaund
C) Stetoskop
D) Osiloskop

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

Öğrenme faaliyetinde kazandığınız beceriler doğrultusunda Osiloskop kullanarak kasların elektrik aktivitelerini (EMG) ölçünüz. Yaptığınız bu uygulamayı aşağıdaki tablo doğrultusunda ölçünüz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Ø Çalışma ortamınızın temizliğine dikkat ettiniz mi?		
Ø Osiloskopu ve yüzey elektrotları hazır ettiniz mi?		
Ø Kastaki değişken işaretleri osiloskopta doğru gözlemlediniz mi?		
Ø Elektriksel emniyet tedbirleri aldınız mı?		
Ø Çalışma sonrası çalışma gereçlerini yerlerine kaldırdınız mı?		
Ø Çalışma sonrası çalışma ortamının temizliğini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Faaliyet değerlendirmeniz sonucunda HAYIR seçeneğini işaretleyerek yapamadığınız işlemleri tekrar ediniz. Tüm işlemleri başarıyla tamamladıysanız bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında Biyomedikal Cihaz Teknolojilerinde kullanılan insan fizyolojisine ait solunum, sinir ağı, sindirim ve metabolizma parametrelerini öğrenebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Ø İnsan fizyolojisinde solunum sisteminin çalışmasını ve parametrelerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde sinir ağı sisteminin çalışmasını ve parametrelerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde sindirim ve boşaltım sisteminin çalışmasını ve parametrelerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde metabolizmayı ve parametrelerini araştırınız.
- Ø İnsan fizyolojisinde solunum, sinir ağı, metabolizma, sindirim ve boşaltım parametreleri kullanan biyomedikal cihazları araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamından, tıbbi eğitim veren kurum kütüphanelerinden, doktorlardan, hemşirelerden, teknisyenlerden bilgi almanız ve tıbbi malzeme satan firmalarla hastaneleri gezmeniz yararlı olacaktır.

İnternet arama motorlarından “physiology – fizyoloji”, “medical parameter- tıbbi parametre”, “respiration parameter – solunum parametresi”, “neuron parameter – nöron parametre”, “assimilation parameter – sindirim parametre”, “gastrointestinal parameter”, “boşaltım parametre”, “üroloji parametre”, www.biyomedikal.org, “biomedical device - biyomedikal cihaz”, “Biomedical equipment - biyomedikal aparat”, “biomedical instrumentation” ve “biomedical measurement” olarak bulduğunuz adreslerde inceleyiniz.

Tanıma işlemleri için internet ortamından ön bilgi almanız gerekir. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş gurubunuz ile paylaşınız.

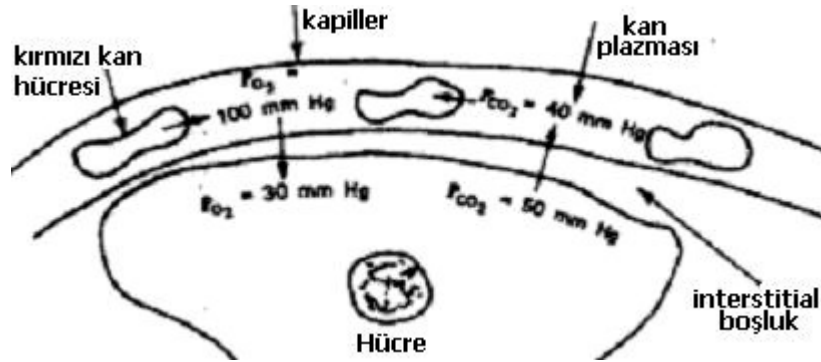
3. İNSAN FİZYOLOJİSİNDE SOLUNUM, SİNİR AĞI, SİNDİRİM VE METABOLİZMA PARAMETRELERİ

3.1. Solunum Sistemi

Solunumu etkileyen başlıca organlar akciğerlerdir ve dış ortamla ilgileri vardır. Solunum sisteminin amacı hücrelerdeki karbondioksiti toplamak ve oksijeni ihtiyacı olan hücrelere dağıtmaktır. Solunum organları, oksijen ve karbondioksitin difüzyonu için maximum yüzey alanı (alveol alan) ve bu alanda gazların tekrardan yenilenmesi (ventilasyon olarak bilinir) sağlarlar. Ayrıca yüzeysel zarları çevreden gelen darbelerle, havadaki toksik maddelere ve mikroorganizmalara karşı koruyarak vücuttaki ani pH değişikliklerini önlemeye yardımcı olurlar. Solunumu hücresel yani hücrelerin yaptığı solunum ve akciğerlerin yaptığı solunum olarak 2 kısımda incelemek mümkündür.

3.1.1. Hücresel (İçsel) Solunum

Solunum, organizma ile yaşadığı yer arasındaki gaz değişimidir.



Şekil 3.1: Vücuttaki kılcal damarlar arasındaki hücre solunumu

Şekil 3.1.1 bir vücut hücresinin çevresiyle olan gaz değişimini göstermektedir (bitişik kılcal damar). Sıcaklık veya asitlik yükselirse dokulara daha fazla oksijen gider. Oksijenin çoğu (yüzde 95'i) alyuvar hemoglobini tarafından taşınır ve % 75 doymuş olarak kalır. Oksijen ve karbondioksit gazlarının değişimi Dalton' un kısmi basınçlar kanununa dayanır. Mesela; kılcal damarı çevreleyen bir hücrede oksijenin kısmi basıncı 100mm Hg ve hücresel basınç 30mmHg ise, oksijen hücrenin içine girer. Buna benzer olarak karbondioksit de kılcal damarın dışına çıkar. Bu gaz değişimi için yeterli olan oksijen ve karbondioksit kan gazlarıdır. Oksihemoglobini içeren arterial kan % 100 oksijenlidir.(Alyuvarda oksijenle hemoglobin kimyasal olarak birleşmiştir.) ve venlerdeki kan % 75 oksijenlidir.

3.1.2. Akciğer (Dışsal) Solunum

Akciğer solunumu kan buharıyla, akciğer arasındaki gaz değişimidir. Çoğu biomedikal solunum aletleri, akciğer solunumunu ölçmek için vardır. Bu bölümün geri kalan kısmında solunum organları, fizyolojisi ve parametreleri açıklanacaktır. Basit olarak, akciğer solunumu soluk alma (havanın içeri alınması % 79 N, % 20.96 O₂ ve % 0.004 CO₂) ve soluk vermektir (Artık gazların çıkarılması % 79 N, % 17 O₂ ve % 0.4 CO₂). Akciğer fonksiyonları fiziksel işlemleri (soluk alıp verme mekanizmaları) ve kimyasal işlemleri (gazların sıvılarla reaksiyonu / gaz değişimi) içerir. Bütün bunlar fizik ve kimya (gaz) kanunları ile açıklanabilir. Solunum olayını kavramak için gaz kanunlarına bir göz atmamız gerekmektedir.

3.1.2.1. Gaz Kanunları

Solunum fonksiyonlarını anlamanın sırrı gaz kanunlarında yatar. Bunlar Boyle, Charles, Henry kanunlarıdır.

Boyle'un kanunu, gaz hacminin eğer sıcaklık sabitse, basınçla ters orantılı olduğunu söyler. Bunun matematiksel açıklaması şöyledir:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

- V₁: Gerçek hacim
- V₂: Son (yeni) hacim
- P₁: Gerçek basınç
- P₂: Son (yeni) basınç

Charles kanunu basınçta sabit tutulursa, gaz hacminin sıcaklıkla doğru orantılı olduğunu söyler. Bunun matematiksel açıklaması şöyledir:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

- V₁: Gerçek hacim
- V₂: Son (yeni) hacim
- T₁: Gerçek sıcaklık
- T₂: Son (yeni) sıcaklık

Dalton'un kanunu ise bir gaz karışımındaki toplam basıncın, gazların kısmi basıncının toplamına eşit olduğunu söyler. Eğer gaz bir kap içindeyse yalnızca kısmi basıncı, toplam basınca eşittir. Bunun matematiksel açıklaması şöyledir:



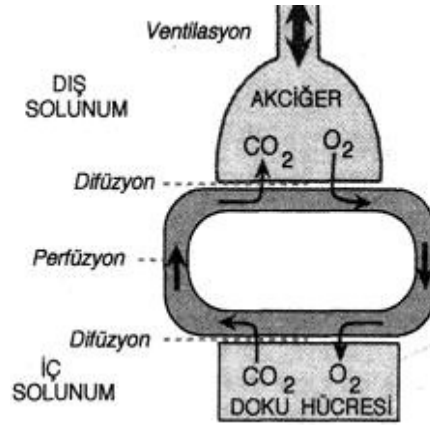
P_{toplam} : Kombine basınç
 P_n : n'inci gazın kısmi basıncı
 P_1 : İlk gazın basıncı

Konuşma sırasında gerekli anlamlı sesleri solunum sistemi yardımı ile çıkarabilmekteyiz. Konuşurken uzun süreli değişik sesler çıkarmayı planlayan birey, öncelikle hızlı ve derin bir soluk alır. Anlamlı sesler, akciğerlerden kontrollü olarak hava çıkartılırken oluşturulur.

Atmosfer havasının akciğerlere giriş çıkış süreçleri ventilasyon olarak adlandırılır. Solunumla ilgili kasların eylemleri sonucu akciğer içi basınç atmosfer basıncının altına düşürülürse atmosfer gazları akciğerlere girer ki bu sürece soluk alma (inspirasyon) denir. Akciğer içi basıncın daha yüksek olduğu soluk verme (ekspirasyon) sürecinde ise akciğerlerdeki havanın bir kısmı dışarı atılır. Dış solunumun ikinci evresi olan difüzyon, akciğer havası ile akciğer kılcal damarları arasında gaz alış veriş sürecidir. Oksijen ve karbondioksit bu alış veriş süreçleri, oksijen ve karbondioksit kısmi basınç gradyanları etkisinde sürdürülür. Kanın akciğerlerdeki kılcal damarlara giriş süreci ise dış solunumun üçüncü evresi olarak görülebilir ve perfüzyon olarak adlandırılır.

ORTALAMA DEĞERLER	
Soluk hacmi	$V_s=500\text{cm}^3$
Ölü boşluk hacmi	$VD=150\text{cm}^3$
Solunum frekansı	$f = 15\text{dk}^{-1}$
Toplam ventilasyon	$tf = 7\ 500\text{cm}^3/\text{dk}$
Alveol ventilasyonu	$VA=5\ 250\text{cm}^3/\text{dk}$
Akciğer kan debisi	$Q = 5000\text{cm}^3/\text{dk}$

Tablo 3.1: Solunum çevrimine ilişkin değerler



Şekil 3.2: Solunumun evreleri ve solunum parametrelerinin ortalama değerleri.

Bir solunum çevrimi sırasında alınan veya verilen hava miktarına soluk hacmi (tidal volume) denir ve yetişkinlerde normal solumada $V_s = 500 \text{ cm}^3$ kadardır. Ancak bir soluk almada bu kadar havanın hepsi alveollere kadar ulaşamaz. Hava yollarında kalan ve ölü boşluk olarak adlandırılan bu hacim $V_D = 150 \text{ cm}^3$ kadardır.

Solunumla dolaşımın uyumluluğunu anlatmada kullanılan bir kavram da “ventilasyon perfüzyon oranı” olarak adlandırılır ve alttaki formülle tanımlanır. Bu oran normal koşullarda “1” dolaylarındadır.

$$\frac{\text{ventilasyon}}{\text{perfüzyon}} = \frac{V_A}{Q}$$

3.2. Sinir Sistemi Fizyolojisi

Beyin kalbin yarım olmak kaydıyla kalan tüm dokuların kontrollerini üstlenmiştir. Belli başlı incelenebilecek merkezi sinir sistemi bölümleri şunlardır:

- Beyin
- Merkezi sinir
- Periferik sinir sistemi
- Duyu sinir
- Motor sinir

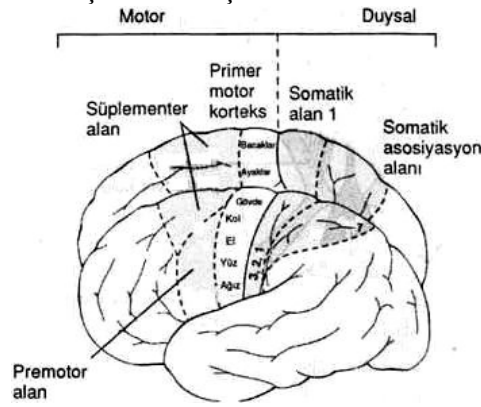
3.2.1. Beyin ve Beyin Alanları

Çalışması hakkında hala tam veri bulunamayan beyin, tüm hafıza ve karar verme organı olarak biliniyor. Sadece belli işlemlerin beynin hangi bölümlerinde aktif edilerek işlendiği harita olarak biliniyor. Bunlar da beynin belli simülasyonlara tepki verilerini takip ederek tespit ediliyor ve problemlere müdahale ediliyor. Beynin aktivite durumuna göre 05-70 Hz arasında, genlikleri ise 5-400 μV arasında yüzeysel ölçüm değeri değişir. Bu amaçla

sinir ağının kullandığı iyon akımının gerilim, akım, bölgedeki manyetik ve ısı değişimleri takip edilerek bu veriler oluşturulmaktadır. Bu veriler μA değerinde akım ve gerilimdir.

Hemen hemen bütün "istemli" hareketler, beyin korteksinde daha alt beyin alanlarında (omurilik, beyin sapı, bazal gangliyonlar ve serebellum) bulunan çeşitli fonksiyon "kalıpları"nın kortikal aktivasyonu ile başlatılır. Bu alt merkezler aktive edici spesifik sinyallerini kaslara gönderirler.

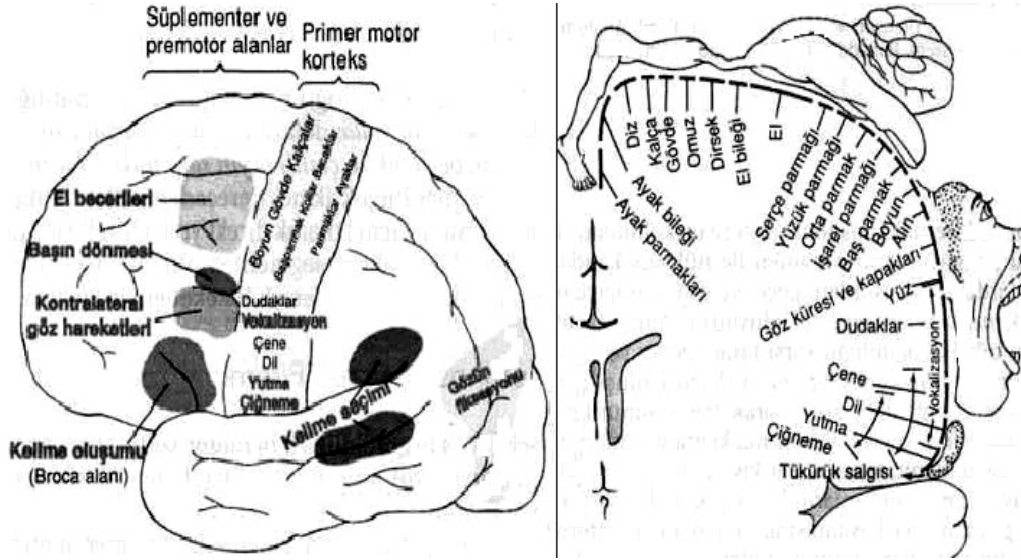
Buna rağmen, özellikle parmak ve ellerin ustalıkla hareketleri gibi birkaç çeşit hareketin düzenlenmesi için, korteksten başlayıp yol üzerindeki diğer motor merkezleri atlayarak omuriliğin anterior motor nöronlarında sonlanan hemen hemen direkt bir yol da bulunmaktadır. İstemli motor fonksiyonunun bu genel sentezini sağlayan omurilik ve beyin farklı motor alanları arasında karşılıklı etkileşir.



Şekil 3.3: Beynin korteksleri

Şekil 3.2.1'deki beyin korteksinin fonksiyonel alanlarını göstermektedir. Santral sulkusun önünde, frontal lobların yaklaşık olarak posterior üçte birini işgal eden alan motor kortekstir. Santral sulkusun posteriyöründeki alan, motor aktivitelerin kontrolü için birçok sinyali motor kortekse ileten ve önceki bölümlerde ayrıntılı bir şekilde tartışılan somatik duysal kortekstir.

İnsan Motor Korteksinde Motor Kontrolün Bazı Özelleşmiş Alanları



Şekil 3.4: Motor korteks haritası

Şekil 3.2.2'de görüldüğü gibi, beyin cerrahları insan beyin korteksinde spesifik motor fonksiyonları kontrol eden, esas olarak premotor alanlara yerleşmiş oldukça özelleşmiş birkaç motor bölge bulmuşlardır. Bu bölgeler, ya elektriksel stimülasyon ile veya spesifik korteks alanlarında tahrip edici lezyonlar oluştuğu zaman ortaya çıkan motor fonksiyon kaybı fark edilerek lokalize edilmiştir. Bunlardan çok önemli olan birkaç tanesi aşağıdadır:

Vücuttaki farklı kasların motor kortekste temsili ve spesifik motor hareketlerden sorumlu olan diğer kortikal alanların bulunduğu yerler Şekil 3.2.2'de verilmiştir.

3.2.2. Merkezi Sinir

Merkezi siniri başlıca fonksiyon düzeyleri ile ele alırsak;

İnsan sinir sistemi, kalıtsal olarak filogenetik gelişimdeki her aşamanın özgül karakteristiklerini taşır. Bu kalıtım nedeniyle merkezi sinir sisteminin fonksiyonları üç esas düzeye özgü nitelikler taşımaktadır:

Ø **Medulla spinalis düzeyi:** Çoğu kez yalnız vücudun periferinden gelen sinyalleri beyne ya da ters yönde beyinden vücuda ileten bir kanal olarak düşünürüz. Ancak bu gerçeğe uymaz. Omurilik boyun hizasında kesildikten sonra bile birçok organize medulla spinalis fonksiyonları devam eder. Örneğin, medulla spinalisteki çeşitli devreler aşağıdaki fonksiyonları sürdürür:

- Yürüme hareketleri,
- Vücudun bazı kısımlarının ağırlı oluşturan cisimlerden uzaklaşmasını sağlayan refleksler,

- Vücutu, yer çekimine karşı taşımak üzere bacakları sertleştiren refleksler,
- Lokal kan damarlarını, gastrointestinal hareketleri ve idrar atımını kontrol eden refleksler.

Gerçekten de, sinir sisteminin üst bölgeleri sinyalleri vücutta periferde yalnız direkt olarak göndermekle kalmayıp, medulla spinalisin kontrol merkezlerine de gönderir, daha doğrusu, bu medulla spinalis merkezlerine görevlerini yapmaları için "emreder".

Ø **Alt beyin veya subkortikal düzey:** Vücutta, bilinçaltı adını verdiğimiz faaliyetlerin hepsi olmasa bile çoğu, beynin alt bölümleri, medulla oblongata, pons, mezensefalon, hipotalamus, talamus, serebellum ve bazal gangliyonlar tarafından kontrol edilir. Arter basıncı ve solunumun bilinçaltı kontrolü başlıca medulla oblongata ve ponda olur. Dengenin kontrolü, serebellumun eski bölümleri ile medulla oblongata, pons ve mezensefalonda ortak bir fonksiyondur. Besinlerin tadına cevap olarak uyanan tükürük salgısı, dudak yalama gibi beslenme refleksleri medulla, pons, mezensefalon, amigdala ve hipotalamus gibi alanlardan kontrol edilir. Ve çeşitli duygulanımlar, hiddet, heyecan, seksüel yanıt, ağrıya ve zevk almaya verilen reaksiyonlar hayvanlarda korteks harabiyetinden sonra da gerçekleşebilir.

Ø **Yüksek beyin veya korteks düzeyi:** Sinir sisteminin medulla spinalis ve alt beyin düzeylerindeki fonksiyonlarını yeniden saydıktan sonra beyin korteksine yapacak ne kalmaktadır? Bunun yanıtı karmaşıktır, ancak beynin son derece geniş bir bellek deposu olması faktörü ile başlanabilir. Korteks hiçbir zaman yalnız çalışmaz; her zaman sinir sisteminin alt merkezleri ile birlikte çalışır.

Beyin korteksi olmadan, alt beyin fonksiyonları çoğu kez hassas değildir. Kortikal bilginin geniş deposu, bu fonksiyonları amaca uygun, kesin ve hassas işlemlere çevirir.

Nihayet beyin korteksi, düşünme işlemlerinin çoğu için temel yapıdır, fakat bu işlemde tek başına işlev göremez. Gerçekten alt merkezler, beyin korteksinde uyanıklığa neden olur ve bellek bankasını beynin düşünme mekanizmalarına açar.

Böylece sinir sisteminin her bölümünün özgül fonksiyonları yerine getirdiğini görüyoruz. Ama depolanmış bilgiler dünyasını zihnin kullanımına açan kortektir.

3.2.3. Sinir Reseptörleri

Bazı postsinaptik reseptörler aktive edildiklerinde postsinaptik nöronu uyarırlar (eksitasyon yaparlar), bazıları da inhibisyona neden olurlar. Hem inhibitör, hem eksitator tipteki reseptörlerin bulunmasının önemi, sinir fonksiyonuna ek bir boyut vererek eksitasyonun olduğu kadar sinirsel aktivitelerin de sınırlanmasının sağlanmasıdır. Eksitasyon veya inhibisyona sebep olan farklı reseptörler tarafından kullanılan farklı moleküler mekanizmalar ve membran mekanizmaları aşağıdaki gibidir.

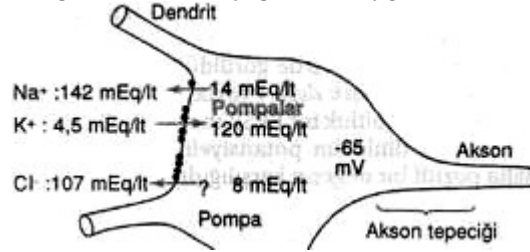
3.2.3.1. Sinaptik Transmitterler Olarak Fonksiyon Gören Kimyasal Maddeler

Elliden fazla kimyasal maddenin sinaptik transmitter olarak fonksiyon gördüğü kanıtlanmış, ya da ileri sürülmüştür.

Hızlı hareket eden küçük molekülü transmitterler beyne duysal sinyallerin ve kaslara motor sinyallerin iletilmesi gibi sinir sisteminin ani cevaplarının birçoğuna neden olanlardır. Diğer taraftan nöropeptidler genellikle reseptörlerin sayılarında uzun süreli değişimler, bazı iyon kanallarının uzun süreli açılması ve kapanması ve belki de sinapsların sayıları ve büyüklüklerinin bile uzun süreli değişmesi gibi uzun süreli etkilere neden olurlar.

3.2.3.2. Nöronal Eksitasyon Sırasında Gelişen Elektriksel Olaylar

Sinirsel eksitasyonların elektriksel mekanizması özellikle medulla spinalisin ön boynuzundaki büyük motor nöronlarda incelenmiştir. Bu nedenle ilerideki birkaç konuda tanımlanan olaylar özellikle bu nöronlara aittir. Bazı sayısal farklar bir yana bırakılırsa, aynı ilkeleri sinir sistemindeki diğer nöronların çoğuna da uygulamak mümkündür.



Şekil 3.5:Nöronun soma membranının iki tarafı arasında sodyum, potasyum ve klorür iyonlarının dağılımı

Nöron Gövdesindeki Membran Dinlenme Potansiyeli

Bu intrasomal membran potansiyelinin kaynağını oluşturmaktadır. Bir motor nöronun soma bölümünde membran dinlenme potansiyelinin yaklaşık -65mV olduğu görülüyor. Bu geniş periferik sinir lifleri ve iskelet kası liflerinde ölçülen -90mV tan biraz daha düşüktür. Voltajın düşük düzeyde olması nöronun eksitabilite derecesinin hem pozitif hem de negatif kontrolüne olanak sağlaması bakımından önemlidir.

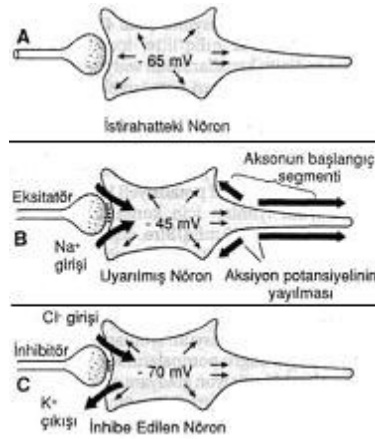
Şekil 3.2.3'de nöronun soma membranının iki tarafı arasında nöron fonksiyonu için en önemli olan üç iyonun konsantrasyon farklarını göstermektedir. Bu iyonlar; sodyum, potasyum ve klorür iyonlarıdır.

En üstte, sodyum iyon konsantrasyonunun ekstraselüler sıvıda yüksek (142mEq/litre), nöron içinde ise düşük olduğu görülüyor (14mEq/litre). Bu sodyum konsantrasyon gradyanını yaratan, sodyumu sürekli olarak nöronun dışına pompalayan sodyum pompasıdır.

Şekilde potasyum iyon konsantrasyonunun nöronun soma bölümünün içinde yüksek (120mEq/litre) fakat ekstraselüler sıvıda düşük olduğu görülüyor (4,5mEq/litre). Bu potasyumu içeriye doğru pompalayan bir potasyum pompasının da bulunduğunu gösterir.

Şekil 3.2.3’de klorür iyonlarının ekstraselüler sıvıda yüksek, fakat nöron içinde düşük konsantrasyonda olduğunu gösteriyor. Aynı zamanda klorür iyonlarına karşı membranın oldukça geçirgen olduğu ve belki de zayıf bir klorür pompasının da bulunabileceği işaret edilmiştir. Nöronun içinde klorür iyonlarının düşük konsantrasyonda olmasının başlıca nedeni nöronun içindeki -65mV ’tur. Böylece, bu negatif potansiyel, negatif yüklü klorür iyonlarını membranın dışındaki konsantrasyon farkı içeridekinden çok daha fazla oluncaya kadar membran porlarından dışarıya doğru iter.

Eksitator - İnhibitör Postsinaptik Potansiyeller



Şekil 3.6: Bir nöronun üç durumu, A istirahatteki nöron. B Uyarılmış durumdaki nöron (nöron içi potansiyel sodyum girişi ile daha pozitif yani daha az negatif olmuştur). C. inhibe edilen nöronda potasyum iyon çıkışı ve klorür iyon girişi ile intranöral membran potansiyeli daha negatif olmuştur.

3.2.4. Duyu Sinirler

Sinir sistemine gelen bilgiler, dokunma, ses, ışık, ağrı, soğuk, sıcak gibi duysal uyarıları algılayan duysal reseptörler tarafından sağlanır. Bu bölümün amacı bu reseptörlerin duysal uyarıyı sinir sinyallerine çevirme mekanizmalarını ve aynı zamanda, sinyallerde taşınan bilginin sinir sisteminde nasıl işlendiğini tartışmaktır.

3.2.4.1. Duyu Reseptörlerinin Tipleri Ve Duyarlı Oldukları Duysal Uyarılar

Duysal reseptörler beş gruba ayrılabilir:

- Ø Mekanoreseptörler, reseptöre yada reseptöre komşu dokulara uygulanan basınç ya da gerilmeyi algırlarlar.
- Ø Termoreseptörler, sıcaklık değişikliklerini, bazıları sıcaklığı bazıları da soğukluğu olmak üzere, bildirirler.
- Ø Nosiseptörler (ağrı reseptörleri) dokularda meydana gelen fiziksel veya kimyasal hasarı bildirirler.
- Ø Elektromanyetik reseptörler, gözde retina üzerine düşen ışığı bildirirler.
- Ø Kemoreseptörler, ağızdaki tat, burundaki koku, arteryel kandaki oksijen düzeyini, vücut sıvılarındaki ozmolaliteyi, karbondioksit konsantrasyonunu ve belki de vücut kimyasında rol oynayan öteki faktörleri bildirirler.

Bu reseptörlere örnekler vermek istersek öncelikle duyu organlarını sırayla inceleyelim:

Tat duyu organları 50-70 µm boyutlarındaki tat goncalarıdır. Bir tat goncası bir kısmı destek hücresi, bir kısmı tat hücresi 40 kadar hücreden oluşur. Hücrelerin dış ucu, 2-3 µm boylu, 0,1-0,2 µm genişlikli bir tat gözenğinde toplanır. Hücrelerin bu ucunda, gözenekten ağız boşluğuna doğru uzanan, reseptör yüzeyini genişlettikleri sanılan, çok sayıda tat tüycüğü (mikrovili) bulunur. Her bir tat goncası 50 kadar sinir hücresi ile innerve edilmiştir ve her bir sinir lifi ise ortalama 5 dolayında tat goncasından girdi alır. Bu bilgileri merkezi sinir ağında yorumlar ve algılanmış olur.

Koku uyarımı havadaki taneciklerdir ve maddenin buharlaşabilmesi ile yakından ilgilidir. Bu nedenle koku veren bir madde su içine atılırsa kokmamaktadır. Koku reseptörleri burun tavanında, mukozasının özel bir kesimine yerleşmişlerdir ve 5-8 hafta yaşar ve yenilenirler. Koku duyusunun talamusta bir durağı yoktur, reseptörlerin aksinleri doğrudan merkezi sinir sistemine uzanır. Çevirim (transduction) ve beyne kadar iletim aynı bir tek hücrede gerçekleşir. Koku yolu, dış dünya ile beynin doğrudan bağlantılı olduğu bir yoldur.

Görme; gözün yatay kesiti yaklaşık küre biçimindeki göz yuvarlağı çapı 2,5 cm'dir. En dışta beyaz ve lifsel yapıdaki göz akı (sklera) ön tarafta bombeleşir, saydamlaşır ve kornea (cornea) adını alır. Işığa duyarlı ağ tabaka (retina) göz yuvarlağının 2/3 ünü kaplar. Retina ile göz akı arasında pigmentli damar tabakası (choroid) bulunur ki bunun da öne doğru uzantısı ciliary cisimcik ve irisi oluşturur. Göze gelen ışık, öncelikle, iki yüzeyi yaklaşık paralel olan kornea tabakasını geçer. Korneadan sonra ön odacıkta bulunan göz suyu (aqueus humor) içinde ilerleyen ışınlar, iris ortasındaki dairesel aralıktan (pupilla) göz merceğine (kristal lens) girer. Fotoreseptörlerden sonra sinaptik iletimlerle informasyonun (bilginin) aktarıldığı ve beyinde görme alanındaki tüm renksel ışık bilgileri ile görüntü oluşturulur. Bu sayede insan gözleme yapabilir.

Duyuma; ses dalgaları, kulağa girip iç bölgelerdeki reseptör hücrelere ulaşmaya kadar, bir takım işlemlere tabi tutulur.

Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak yolundan oluşur ve kulak zarı (tympanum) ile sonlanır. Dış kulak borusu, ses dalgalarını iletirken bazı frekanslarda rezonansa girebilir. Dış kulağın rezonansa girdiği frekanslarda ses dalgaları 10 dB kadar amplifiye edilir. Kulak zarındaki ses titreşimleri, birbirleri ile temas halindeki çekiç (malleus), örs (incus), üzengi (stapes) kemikçikleri ve oval pencere yolu ile, iç kulağa iletilir. İç kulak, mekanik enerjinin elektriksel enerjiye dönüştüğü yerdir ve bir anlamda basınç çevirecidir (transducer). Çevirimin asıl gerçekleştiği yer koklea (cochlea) 2,5 devirlik bir kıvrım halindedir.

İşitme duyusu, ses olarak adlandırdığımız maddesel titreşim dalgalarının insanda özelleşmiş bazı reseptörlerce detekte (tespit) edilmesine dayalıdır. Omurgalıların iç kulaklarındaki reseptörleri ve bağlantılı olduğu işitme merkezi, ses dalgalarını, şiddet, ton ve tını (kalite) bakmamdan karmaşık bir analize tabi tutmaktadır. Tüm mekanik titreşimler işitme duyusu oluşturmaz, işitilebilmeleri için şiddet ve frekans bakımından belirli aralıklarda olmaları gerekir. İnsanın, frekans bakımından işitme aralığı, yaklaşık 16-20000 Hz arasındadır.

3.2.4.2. Duysal Uyarıların Sınır İmpulslarına Çevrilmesi

Sinir sonlamalarında yerel akımlar-reseptör potansiyelleri: Bütün duyu reseptörlerinin ortak bir özelliği vardır. Reseptörü hangi tipte uyarı uyarırsa uyarırsın, ilk etkisi reseptörün membran potansiyelini değiştirmektir. Potansiyeldeki bu değişikliğe reseptör potansiyeli denir.

Reseptör potansiyelinin mekanizması; farklı reseptörlerin çeşitli yollardan biri ile uyarılması reseptör potansiyeli yaratır.

Reseptörün mekanik şekil değişikliğinin membranı gererek iyon kanallarını açmasıyla;
Kimyasal bir maddenin membrana uygulanması sonucu iyon kanallarını açmasıyla;

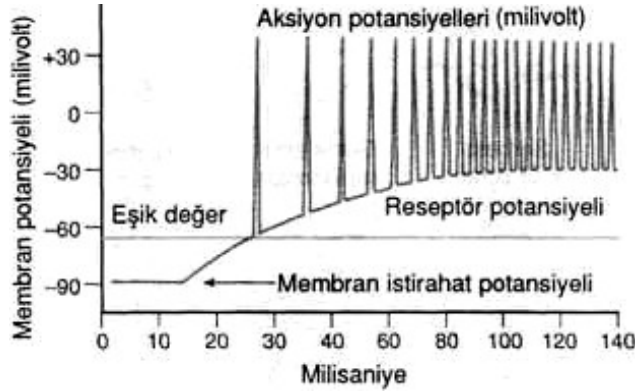
Membranın sıcaklığının değişmesi sonucu membran geçirgenliğinin değişmesiyle;

Reseptöre düşen ışık gibi elektromanyetik radyasyonların etkileriyle, doğrudan ya da dolaylı olarak membran karakteristiklerinin değişmesi suretiyle, membran kanallarından iyon akışı sağlanır.

Bu koşulların hepsinde membran potansiyelini değiştiren temel neden, reseptör membranı geçirgenliğinin değişmesiyle iyonların difüzyonundaki artış veya azalışlarla membran potansiyelinin değişmesidir.

3.2.4.3. Maksimum Reseptör Potansiyeli Amplitüdü

Duysal reseptör potansiyellerinin çoğunun maksimum amplitüdü 100mV civarındadır. Membran sodyum iyonlarına maksimum geçirgen hâle geldiğindeki voltaj değişikliği ve aksiyon potansiyellerinde kaydedilen maksimum voltaj da yaklaşık bu değerdedir.

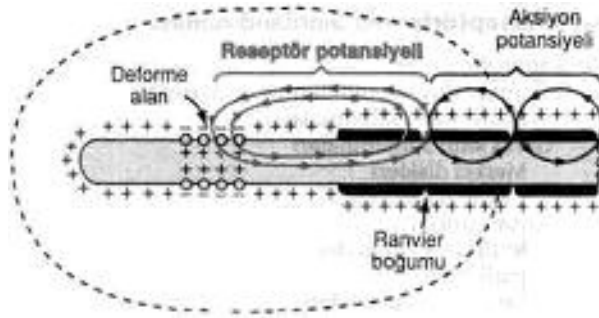


Grafik 3.1: Reseptör potansiyel

Reseptör potansiyeli eşik değerini aştıktan sonra reseptör potansiyeli ile aksiyon potansiyeli arasındaki tipik ilişki grafikte gösterilmiştir.

Reseptör Potansiyeli İle Aksiyon Potansiyelinin İlişkisi

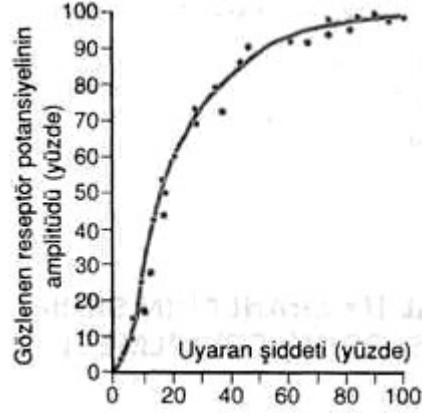
Reseptör potansiyeli, reseptörün bağlı bulunduğu sinir lifinde aksiyon potansiyeli yaratacak eşiğin üstüne yükseldiği zaman (Şekil 3.2.5)'te gösterildiği gibi aksiyon potansiyeli belirlemeye başlar. Reseptör potansiyeli eşik değeri üstünde daha fazla yükseldikçe aksiyon potansiyelinin frekansının arttığına dikkat ediniz.



Şekil 3.7: Bir pacini cisimciğinde reseptör potansiyeli ile duysal sinirin uyarılması.

Uyaran Şiddeti ile Reseptör Potansiyeli Arasındaki İlişki

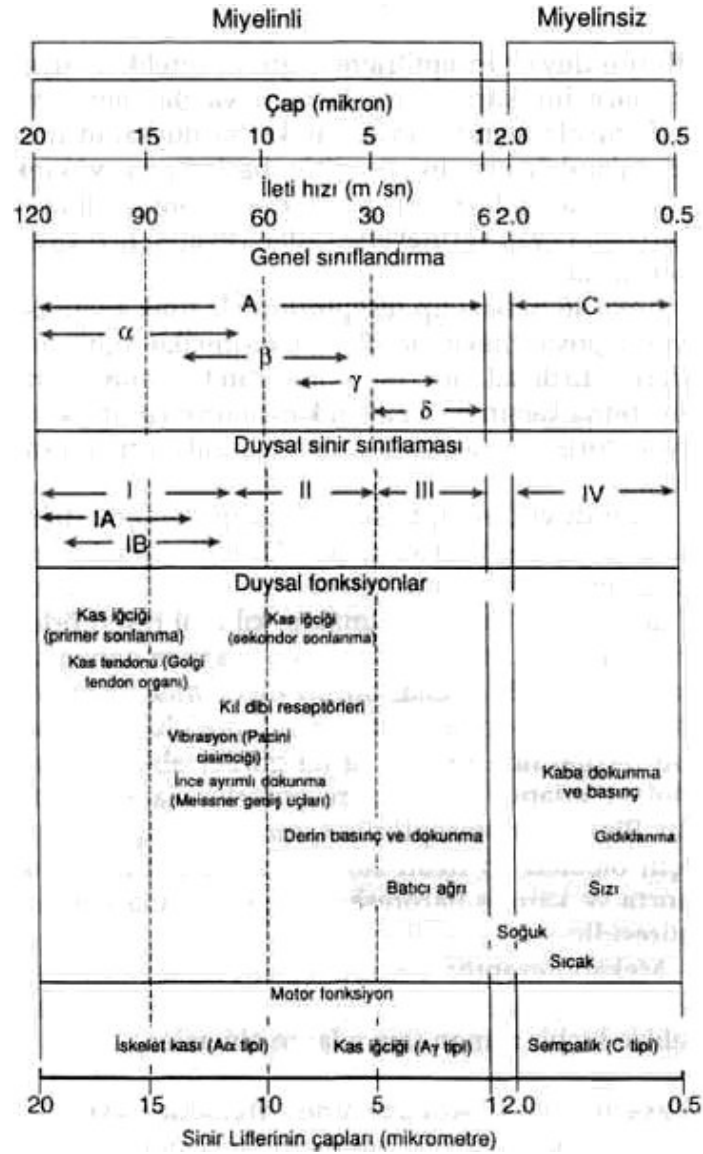
Şekilde bir paccini cisimciğinin merkezine deneysel olarak uygulanan mekanik basıncın gittikçe artırılmasıyla oluşan reseptör potansiyelinin değişen amplitüdü görülmektedir. Amplitüdün başlangıçta hızla arttığına, fakat yüksek uyaran şiddetinde hızdaki artışın gittikçe azaldığına dikkat ediniz.



Grafik 3.2: Pacini cisimciğine uygulanan uyaran ile reseptör potansiyeli arasındaki ilişki.

Fiziksel anlamda tam periyodik olmayan, ancak ritmik olarak adlandırılan bu potansiyel dalgalanmalarının frekansları, beyin aktivite durumuna göre, 0,5-70 Hz arasında, genlikleri ise 5-400 μ V arasında değişir.

3.2.4.4. Farklı Tiplerde Sinyalleri İleten Sinir Lifleri Ve Liflerinin Fizyolojik Sınıflandırılması



Grafik 3.3: Sinir liflerinin fizyolojik sınıflaması ve fonksiyonları

Bazı sinyallerin merkezi sinir sistemine veya merkezi sinir sisteminden perifere çok hızlı iletilmesi gerekir, aksi takdirde, bu bilgiler yararsız olur. Bu duysal sinyallere örnek olarak, koşarken saniyenin bölümleri içinde beyne bacakların anlık pozisyonunu ileten duysal sinyalleri gösterebiliriz. Bunun tam tersi olarak da, sürekli ve künt ağrılar gibi bazı duysal bilginin hızlı iletişi gerekmez, bu yüzden yavaş ileten lifler yeterli olur. Grafik 3.2.3'te gösterildiği gibi, sinir lifleri çapları 0.5 ile 20µm arasında değişir, daha büyük çaptakilerin ileti hızları daha büyüktür. İleti hızı 0,5 ile 120 m/sn arasındadır.

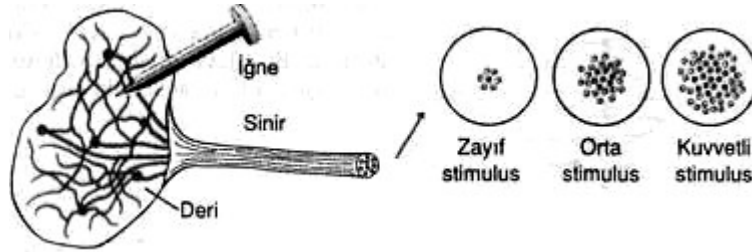
3.2.4.5. Sinir Liflerinin Genel Sınıflandırması

Farklı sinir lifleri "genel sınıflandırma" ve "duysal sinir sınıflandırması" şeklinde sınıflanmaktadır. Genel sınıflandırmada lifler A ve C liflerine ayrılır, A lifleri de α , β , γ ve δ olmak üzere alt gruplarına ayrılır.

A tipi lifler spinal sinirlerin tipik miyelinli lifleridir. C tipi lifler ise ince, miyelinsiz liflerdir ve impulsları düşük hızda iletirler. C tipi lifler periferik sinirlerin çoğunda duysal liflerin yarısından fazlasını oluşturduğu gibi otonom postgangliyoner liflerin de hepsini oluştururlar.

3.2.4.6. Sinir Traktuslarında Farklı Şiddette Sinyallerin İletimi

Her bir sinyalin daima taşınması gerekli niteliklerinden biri şiddettir, örneğin ağrının şiddeti gibi. Şiddetin bu farklı dereceleri ya ileten paralel liflerin sayısı artırılarak ya da tek bir lifte daha fazla impulsların iletilmesiyle taşınır. Bu iki mekanizmaya sırasıyla spasiyal (uzamsal) sumasyon ve temporal sumasyon denir.



Şekil 3.8: Spasiyal sumasyon örneği

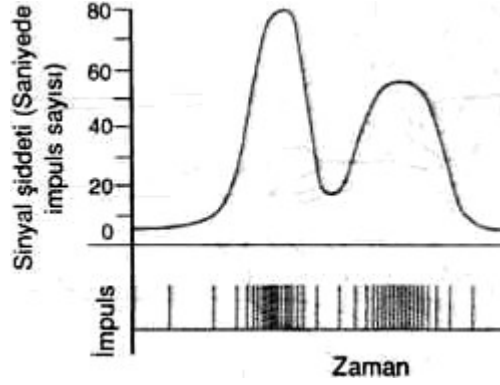
Spasiyal (uzamsal) sumasyon: Şekil 3.2.6'da da görüldüğü gibi, sinyalin şiddetinin gittikçe artışı, gittikçe artan sayıda liflerdeki iletiyle sağlanmaktadır. Şekilde derinin bir bölümünün çok sayıda paralel ağrı lifiyle inerve edildiği görülmektedir. Bunların her biri ağrı reseptörü görevi yapan yüzlerce küçük serbest sinir ucuna dallanmıştır. Böylece bir ağrı lifinden ayrılan lifler çok defa deride 5cm çapında geniş bir deri alanına dağılır. Bu alana lifin reseptör alanı adı verilir. Alanın merkezinde uçların sayısı büyük olduğu hâlde, çevreye doğru azalır. Şekilde aynı zamanda, sinir lifleri dallarının öteki ağrı liflerinin dallarıyla üst üste gelişi de görülüyor. Böylece iğne batışı genellikle birçok ağrı liflerini eş zamanlı olarak uyarır. İğne belirli bir ağrı lifinin reseptif alanının ortasına battığı zaman bu lifin uyarılma derecesi, iğne reseptif alanının periferine battığında olduğundan çok daha büyüktür.

Şeklin yanında deri alanlarından gelen sinir demetinde enine kesitin üç farklı görüntüsü verilmiştir. Solda zayıf bir uyarı ile yalnız ortadaki tek sinir lifinin kuvvetle uyarıldığı (içi dolu yuvarlak), komşu liflerin ise zayıf olarak uyarıldığı (yarı dolu yuvarlaklar) belirtilmiştir. Öteki iki enine kesitte, sırasıyla orta şiddette ve şiddetli uyarılarla gittikçe daha çok sayıda lifin uyarıldığı görülmektedir. Böylece sinyaller güçlendikçe daha çok life yayılırlar. Bu spasiyal sumasyon olayıdır.

İğne batırılan bir deri bölgesinden başlayan sinir gövdesi içindeki ağrı liflerinin uyarılma modelleri. Bu bir spasiyal sumasyona örnektir.

Sinyal şiddetinin sinir impulslarında frekans modülasyon serisine dönüşümü şekil 3.2.7 'de gösterilmiştir.

Temporal sumasyon: Sinyalin gittikçe artan şiddetini iletmek için ikinci yol da, her bir lifteki sinir impulsion frekansını yükseltmektir, buna temporal sumasyon adı verilir. Şekil 3.2.7, bunu göstermektedir, şeklin üst bölümünde şiddeti değişen bir sinyal, alt bölümünde de sinir lifiyle iletilen impulslar görülmektedir.



Şekil 3.9: Temporal sumasyon örneği

3.2.5. Motor Sinir

İnerve olduğu zaman vücutta kas liflerini uyararak motor hareket meydana getiren sinirlerdir. Motor korteks, kendi içinde herbiri vücudun spesifik motor fonksiyonları ve kas gruplarının topografik temsilini içeren 3 alt alana ayrılır:

- Ø Primer motor korteks
- Ø Premotor alan
- Ø Süplementer motor alan

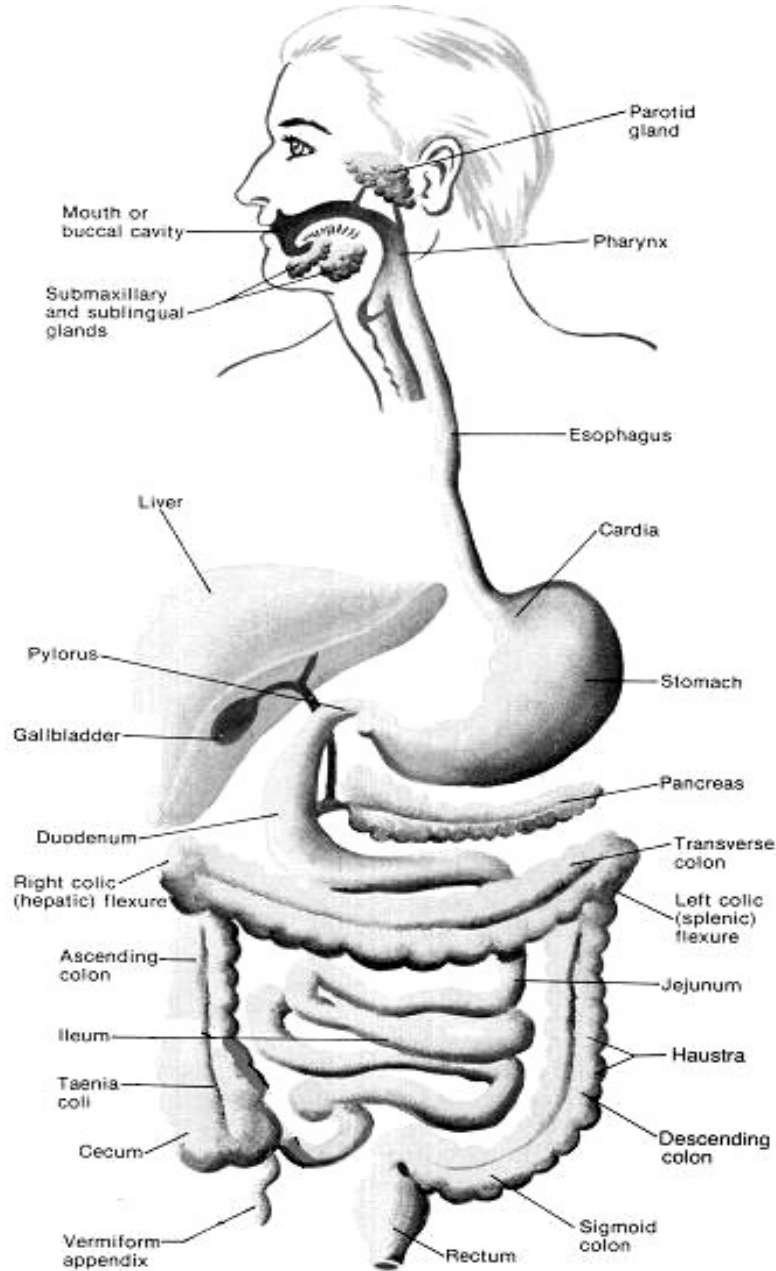
3.3. Metabolizma

Kimyasal reaksiyon hızları sıcaklığa sıkı bir şekilde bağlı olduklarından metabolik hız da sıcaklığa bağlıdır. Vücut sıcaklığı 1 °C artınca metabolik hız % 10 kadar artmaktadır.

Hücreler ATP kullanımı ile ısınarak belli ısıya ulaşır ki bu ısı hücrenin yaşaması için önemli bir şarttır. Hücrelerin oluşturduğu dokular ve onların da oluşturduğu vücutta ısı değeri belli bir seviyeye çıkar. Bu seviyenin fazlası zararlıdır. Isının yol açtığı zararı önlemek için soğutma gereklidir. Bu soğutma sistemini de deri sağlar.

Vücut içi sıcaklığın 44-45°C' ye çıkması protein yapılarının dönüşümsüz bir şekilde bozulmasına, 28°C' nin altına düşmesi ise kalbin durmasına kadar götürür. Vücudun sağlıklı çalışabilmesi için gerekli ısı değeri 36,5-37,5°C' dir. Hem ısıtma hem de soğutma işlemini dolaşım sistemi sağlar. Sistemin ısınıncı vücut dışına en net olarak koltuk altı, kulak içi, ağız ve anüs verir.

3.4. Sindirim ve Boşaltım Sistemi Fizyolojisi



Resim 3.1: Sindirim sistemi

Büyük yapılı organik besinlerin, su ve sindirici enzimler etkisi ile kendilerini oluşturan en küçük yapı taşlarına ayrılması olayına sindirim denir. Sindirim sistemi ağızda başlar ve düz bağırsak (rektum) ile son bulur (şekil). Toplam uzunluğu 11 metre civarındadır. Sistem, genelde besinleri kimyasal işlemlerden geçirerek organizmanın kullanımına hazırlayan bir borular sistemi, bir fabrika olarak tanımlanır.

Sindirim sistemi, önemli miktarda hormonların salgılanmasını da sağlayan ve kontrol işlevleri gören karmaşık bir sinir ağı ile örülmüştür. Sistemin çeşitli organları arasındaki uyumluluk derecesi ve sinerji (birleşerek aynı yönde etki gösterme) yeteneği çok şaşırtıcıdır.

Sindirim sisteminin bir başka önemli görevi de dışkılamadır. Yediğimiz her şey tümüyle sindirilemez ve sindirilemeyen bu maddelerin dışkılanması gerekir. Ayrıca metabolizma üretiminin bir bölümünün de sindirim sistemi yoluyla dışkılanması gerekmektedir. Bağırsakların işlevsel durumu ve bağırsakların içinde bulunanların niteliği, bedenün tümünü önemli ölçüde etkiler.

Sindirim sisteminin işleyişi ve sağlığı, fizyolojik etkilerin yanı sıra, kişinin iç dünyası (maneviyat) tarafından da önemli ölçüde etkilenir; yani, duygusal bunalım geçiren veya yaşama sevincini yitiren kişilerin sindirim sisteminde de önemli aksamalar görülür. Büyük heyecanlar ve duygusal bunalımlar, mide ve bağırsak dokusunun işleyişini ve özgün bileşimini derinden etkiler. Öfke, korku ve stresin her çeşidine karşı sindirim sistemi hemen bir tepki oluşturur. Sindirim problemlerinin bir bütünlük içinde çözülebilmesi için, bu tür psikolojik (ruhsal) etkenlerin tanınması ve gereğince değerlendirilmesi gerekir.

Sindirim Sistemi Organları

- Ø Ağız
- Ø Yutak
- Ø Yemek borusu
- Ø Mide
- Ø İnce bağırsak
- Ø Pankreas
- Ø Karaciğer
- Ø Kalın bağırsak
- Ø Rektum
- Ø Anüs

3.4.1. Ağız

Dil, diş ve tükürük bezlerinden oluşur. Ağıza alınan besinler tükürük bezinden salınan tükürükle yumuşatılır ve dişlerle çiğnenerek küçük parçalara ayrılır. Böylece besinlerin temas yüzeyi artırılır. Bu olay besinlerin enzimler tarafından parçalanmasını kolaylaştırır. Tükürük bezlerinden karbonhidratların sindirimi için amilaz (pityalin) enzimi salgılanır. Dil ile çiğnenen besin yutağa itilir.

Dış üç bölümde incelenir:

- Ø **Mine tabakası:** Dişin taş kısmı olup beyaz renkli yerdur. % 98 oranında kalsiyum ve fosfor minerallerinden oluşur ve dişin en sert kısmıdır.
- Ø **Fildişi tabakası:** Dişin kemik kısmı olup dişi çene kemiğine bağlar.
- Ø **Diş özü tabakası:** Kan damarlarının ve sinirlerin bulunduğu yerdur. Dişin büyümesini ve beslenmesini sağlar.

3.4.2. Yutak

Soluk borusu ile yemek borusunu birbirinden ayırır. Çiğnenen besinleri yemek borusuna iletir.

3.4.3. Yemek Borusu

Lokmaların mideye iletilmesini sağlar. Yemek borusunun özel hareketleriyle yutulanlar hep mideye gönderilir. İnsan baş aşağı dururken bile lokmaları yutabilir.

3.4.4. Mide

Sindirim borusunun en geniş bölümüdür. Mide çeşitli yönlerde kasılıp gevşeme hareketleri yaparak besinlerin mide duvarlarından salgılanan sindirim sıvısı ile karışmasını sağlar. Midenin salgıladığı sindirim suyunda proteinleri parçalayan enzimler ve bu enzimlerin etkinliğini arttıran tuz asidi bulunur. Midenin duvarı üç tabakalı olup iç yüzünü kaplayan mukus tabakası hücrelerin asitten zarar görmesini engeller midenin asitli ortamında mikroplardan çoğu ölür. Midede protein sindirimi başlar.

3.4.5. İnce Bağırsak

6-8metre uzunluktaki bu bağırsağın mideye yakın olan yirmi beş santimetrelik kısmına onikiparmak bağırsağı (duodenum) denir. Onikiparmak bağırsağına karaciğer ve pankreastan sindirim sıvıları gelir. Karaciğerde hazırlanan safra, yağların küçük parçalara ayrılmasında görevlidir. Pankreastan onikiparmak bağırsağına gelen sıvıda değişik maddelerin sindiriminde görevli enzimler bulunur. Bu sayede onikiparmak bağırsağında karbonhidratların, yağların ve proteinlerin sindirimi gerçekleşir. İncebağırsağın onikiparmak bağırsağından sonraki kısımlarında kendi salgıladığı enzimlerle karbonhidrat sindirimi tamamlanır. İncebağırsakta maltazla maltoz, sakkarazla sakkaroz, laktazla laktoz sindirilir, sindirim ürünü olarak glikozlar ortaya çıkar. İncebağırsağın iç yüzünde tümür denilen çıkıntılar vardır. İncebağırsak tümürleri sindirilen besin maddelerinin emilip kana geçirildiği yerlerdir.



3.4.6. Kalın Bağırsak

İnce bağırsaklarda emilemeyen besinleri parçalar, kalın bağırsakta biriktirir ve anüsten dışkı olarak dışarı atar. Bu atılacak artıkların içindeki suyun fazlası kalın bağırsaklarda emilip kana verilir. Kalın bağırsak burada yaşayan bakterilerin ürettiği bazı vitaminlerin de emildiği yerdir.

3.4.7. Karaciğer

Karaciğerin salgıladığı safra, safra kesesinde depolanır. Karaciğerin şeker depolama, kan şekerini ayarlama, pıhtılaşmada görevli bazı maddeleri oluşturma, kandaki zehirli maddeleri daha az tehlikeli hale getirme veya vücuttan atma gibi görevleri de vardır.

3.4.8. Pankreas

Pankreasda hormon da hazırlanır. Pankreas, bu kimyasal düzenleyicileri kana verir. Pankreas hormonları (insülin), kan şekeri düzeyinin ayarlanmasında görevlidir. İnsülin yetersizliği, şeker hastalığına neden olur.

3.5. Solunum, Sinir Ağı, Etabolizma, Sindirim ve Boşaltım Parametrelerini Kullanan Biyomedikal Cihazlar

3.5.1. İndikatör Seyreltme Yöntemi

Kalp debisinin indikatör seyreltme yöntemiyle ölçülmesinde küçük bir miktar indikatör, örneğin boya, büyük bir vene veya tercihen sağ atriyumuna enjekte edilir. Bu boya süratle sağ kalbe, akciğerlere, sol kalbe ve sonunda arteryel sisteme geçer. Daha sonra periferik arterlerin birinden geçen boyanın konsantrasyonu kaydedilir. Sıfır zamanda CardioGreen boyası enjekte edilir. Enjeksiyondan sonraki zaman içinde arteryel sisteme hiç boya geçmemiş, fakat daha sonra arteryel boya konsantrasyonu bir süre sonra hızla maksimuma çıkmıştır. Bundan sonra boya konsantrasyonu süratle düşer. Bu zamanlar kalbin ne kadar kanı ne kadar zamanda pompaladığı bilgilerinden kalp debisi hesaplanmış olur.

3.5.2. Beynin Elektriksel Aktivite Haritası Cihazları

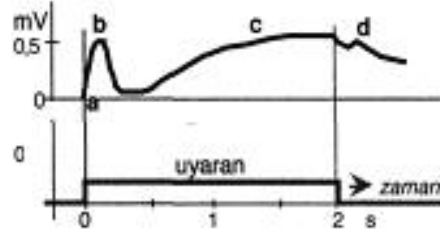
Diğer haritalama yöntemlerinde geliştirilen bilgisayar analiz ve hesaplama yöntemleri çoklu elektrot sistemi ile kaydedilmiş EEG sinyallerine uygulanarak beynin elektriksel aktivite haritası çıkarılabilmektedir. Harita çıkarılmasına yönelik EEG kayıtları monopolar biçimde yapılmaktadır. Beynin belirli elektriksel etkinlik düzeyleri ekranda belirli renklerle kodlanmaktadır. Renk kodlaması, frekans analizlerine dayalı güç, uyum (coherence) veya faza göre yapılabilmektedir. Ancak bilgisayarlı tomografide ekranda görülen her bir pixel (pixel: picture element, ekranda ayırt edilebilen en küçük resim elemanı) gerçek bir veri iken, EEG de çok sınırlı sayıda elektrot kullanılabildiğinden ekrandaki pixellerin çoğu gerçek veri olmayıp ancak interpolasyonla belirlenebilmektedir. Haritanın belirli zaman aralıklarındaki değişimleri de çizgi filmlerdeki ardışık resimler gibi ekrana getirilip oynatılabilmektedir.

3.5.2.1. Magnetoensefalografi (MEG)

Fizikten, elektriksel alan değişiminin manyetik bir alan değişimine neden olacağı bilinmektedir. Beyindeki elektriksel aktiviteye karşılık yerel akımların da değişken bir manyetik alan ortaya çıkaracağı açıktır. Beyindeki elektriksel aktiviteyi lokalize etmede kullanılan en önemli kavram akım dipolü (birimi, amper-metre) kavramıdır. Akım dipolünün yeri, şiddeti ve doğrultusu önemlidir. Bir kürenin ancak yüzeyine teğet olan akım bileşenleri dışarda manyetik alan oluşturabilmektedir.

3.5.3. Göz Sinir Elektrik Aktivite Takibi (ERG)

Retinanın aktivitesine eşlik eden elektriksel sinyallere elektoretinogram (ERG) adı verilir ve elektrotlardan biri korneaya dokundurularak, diğeri ise frontal veya temporal bölgelere yerleştirilerek (veya hayvan deneylerinde optik sinirin gözü terk ettiği noktaya dokundurularak) kaydedilir.



Grafik 3.4: Şiddetli bir ışık uyarımı karşısında elektoretinogram (ERG) eğrisi

3.5.4. Ağrı Giderimi İçin Elektrik Uygulaması, TENS

Kronik ağrılarının giderilmesi amacı ile periferik ve merkezi sinir sistemine elektrik akımı uygulamaları uzun zamandan beri sürdürülmektedir. Çevresel sinirlerin bu amaçla uyarılması yöntemine “Transcutaneous Electrical Neural Stimulation” sözcüklerinin baş harflerinden kısaltma ile, TENS adı verilir. TENS' in ağrı giderme mekanizmasını açıklamaya yönelik ve “kapı kontrol teorisi” olarak adlandırılan bir teori de ileri sürülmüştür. Teoriye göre, ince liflerle taşınan ağrı bilgisi, omurilik ve beyin sapının değişik düzeylerinde, diğer liflerle gelen bilgilerle entegre edilmektedir. Diğer lifler uyarıldıklarında, ağrı iletimi ile ilgili kapı kapanarak ağrı bilgisinin daha üst merkezlere iletilmesi engellenmektedir. Bu durumu sağlayabilmek için, TENS uygulamaları için akım parametreleri, kalın lifleri uyaracak, ancak ince lifleri uyarılmayacak şekilde seçilir. TENS uygulamalarında akım parametreleri, puls genliği 0-150 V (25-60mA), puls genişliği 50-300ms, puls frekansı 10-200Hz arasında seçilmektedir.

TENS'ten başka, akupunktur iğnelerine elektriksel uyarılar uygulayarak da ağrı giderilmesine çalışılmaktadır.

3.5.5. Merkezi Sinir Sisteminin Elektriksel Stimülasyonu

Merkezi sinir sistemi ile ilgili birçok motor bozukluklarda (epilepsi, stroke, vb.) kafatasına 2-10 arasında küçük elektrotlar yerleştirilerek, korteks elektriksel yoldan uyarılabilmektedir. Genel olarak 10-50 Hz arasındaki frekanslarda pulslar üreten pilli bir güç kaynağı vücut dışında hasta tarafından taşınabilmektedir.

3.5.5.1. Elektronarkoz

Kafatasından değişik biçimlerde elektrik akımı geçirilerek anestezi ve/veya uyku durumu sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu amaçlar için 20-10000 Hz arasında sinüzoidal akımlar, doğru akım üzerine bindirilmiş 1-50 kHz arasında akımlar, frekansları birbirinden biraz farklı iki sinüzoidal akımın girişimi ile elde edilen vurulu akımlar gibi çok değişik türde akımlar kullanılmaktadır.

3.5.6. Solunum Sistemi Cihazları

Solunum parametreleri ile diğer organların parametreleri kullanılmayacak ise yaşam destek amaçlı kullanılmaktadır. Solunum yetmezliği noktasında alma-verme ve şeklinin hacim ve zaman parametreleri kullanılarak hastaya ventilatör ve anestezi cihazları denilen cihazlarla yardımcı olunur.

Ventilatör cihazları normal solunabilir ve destek saf oksijen verilen bir cihazımızdır.

Anestezi cihazları içinde hastanın bayılabilmesi için ekstra uyutucu ajanlar denilen gaz girişleri bulunan bir ventilatör demek doğrudur.

3.5.7. Kısa Dalga Diyatermisi

Tıpta elektrik akımının ısıtıcı etkisinden de yararlanılmaktadır. Bu uygulamalardan biri fizik tedavinin kısa dalga diyatermisidir. Vücuttan geçirilen 10 MHz'in üstündeki frekanslarda akımlar sinir ve kas dokularında uyarılmalara neden olmamaktadır. Bu özelliği nedeni ile vücudu derinliğine ısıtmada yüksek frekanslı akımlardan yararlanılmaktadır. Anlaşmalı olarak, frekans 27 MHz seçilmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Yapay solunum balonu ve kronometre ile insanda solunum şekli ölçümlerini gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınız.Ø Yapay solunum balonu ve kronometreyi çalışma ortamına getiriniz.Ø Önerilere göre kişi soluk alıp verirken solunum evrelerinin tek tek balon hacmi ve zaman değerlerini not alınız.Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınız.Ø Çevre temizliği yapınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Yapay solunum balonunun ağız kısmı her kişi değişiminde değiştirilmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Çekiçle diz sinirlerine fiziki darbe uygulayarak bacak kas ve sinirlerinde kimyasal impulse oluşturulmasını gözlemleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınız.Ø Küçük lastik çekici çalışma ortamına getiriniz.Ø Önerilere göre uyarılacak kişinin diz kapağının hemen üzerindeki sinir liflerine küçük bir darbe vurarak kas sinir hareketlerini gözlemleyiniz.Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınız.Ø Çevre temizliği yapınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Uyarılacak kişinin bacağına rahat ettirebilecek şekilde oturmalıdır.Ø Gözlem yapanların bacak hareket bölgesinde bulunmamalıdır.Ø Uyarım şiddeti çok küçük olmalıdır. Uyarılan kişinin ikazları dikkate alınmalıdır.Ø Uyarım sıklık zaman aralığı uzun tutulmalıdır. Örneğin 1 dk.

UYGULAMA FAALİYETİ

Sindirim için tükürük, boşaltım için idrar sıvılarından numuneler alarak turnusol kağıdıyla asidik değerlerini (pH) ölçerek inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınız.Ø Turnusol kağıdı, tükürük ve idrar numunelerini çalışma ortamına getiriniz.Ø Önerilere göre numunelerin her birine turnusol kağıdı batırınız.Ø Yaklaşık 2 dk sonra turnusol kağıdındaki renk değerlerine bakarak not alınız.Ø Turnusol kağıdı tanıtım broşüründen numunelerin pH değerlerini bulunuz.Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınızØ Çevre temizliği yapınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Numuneleri kullanırken mikrobiyolojik tedbirleri alınız.Ø Temel hijyenik tedbirleri alınız.Ø Tek kullanımlık steril eldiven takınız.Ø İş önlüğü giyiniz.Ø Koruyucu maske ve gözlük takınız.Ø Çalışma sırasında oldukça dikkatli ve yavaş hareket ediniz.Ø Atıkları (tek kullanımlık malzemeler) çevreye zarar vermeyecek şekilde özel kapalı atık çöplüklerine atınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

Metabolizmanın vücut sıcaklığını ölçerek inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Çalışma ortamının temizliğini yapınız.Ø Termometreyi çalışma ortamına getiriniz.Ø Koltuk altına ölçme ucu tam temas edecek şekilde termometreyi yerleştiriniz.Ø Vücut sıcaklık değerlerini ölçünüz.Ø Uygulama sonrası gereçleri yerlerine kaldırınız.Ø Çevre temizliği yapınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Temel hijyenik tedbirleri alınız.Ø Kullandığınız termometreyi steril etmeden ikinci kişide kullanmayınız.Ø Kullanım sonrasında malzemeleri kaldırmadan steril ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruları cevaplayarak değerlendiriniz.

1. Boşluğu doldurunuz.
“Akciğerin soluk alma evresine denir.”
2. Alt extremitte kaslarını hareketlendiren sinir grup ismi nedir?
A) Motor
B) Duyu
C) Beyin
D) Omurilik
3. Bir nöronun ölçülebilen en alt ve üst değer aralıkları negatif olarak kaç mV'tur?
A) 30-90
B) 45-90
C) 60-95
D) 45-95
4. Tat ve koku için duyu algılama sinirleri aşağıdaki reseptörlerden hangisine örnektir?
A) Termoreseptör
B) Kemoreseptör
C) Mekanoreseptör
D) Elektromanyetik reseptör
5. “İnsanda normal vücut sıcaklık aralığı 36,5-37,5 °C'dir.” Verilen cümledeki ifade doğru mudur?
A) Evet
B) Hayır
6. Solunuma destek vermek için kullanılan cihazların ismi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Defibrillatör
B) Ventilatör
C) Diyaterm
D) Anestezi

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruları cevaplayarak değerlendiriniz.

1. Omurilikte sinir problemi teşhisinde röntgen cihazı kullanmak için hangi anatomik harita kullanılır?
A) Kas
B) Dermatom
C) İskelet
D) Nöron

2. Böbrek taşı endoskopi cihazıyla görüntü kaydı yapılabilmesi için hangi anatomik bilgileri kullanmalısınız?
A) Kas
B) Sinir
C) İskelet
D) Sindirim-boşaltım

3. Boşluğu doldurunuz.

Kanda pH değeri (kan gazı ölçümü) ölçümünde kullanılan en basit yöntem'dır.

4. Ventilatör cihazlarında normal bir insan için inpirasyon hacim cm^3 değeri hangisidir?
A) 100
B) 200
C) 500
D) 700
5. Defibrillatör cihazıyla insana verilen enerji seviye aralıkları Joule olarak aşağıdakilerden hangisidir?
A) 50-350
B) 100-500
C) 75-200
D) 20-150
6. Normal bir EKG cihazına gelen kalbin elektrik sinyal değeri kaç mV'tur?
A) 5
B) 3
C) 0,5
D) 1

7. Kan basıncı ölçümlerinde normal alınması gereken mmHg değerleri aşağıdakilerden hangisi?
A) 80-120
B) 50-100
C) 30-80
D) 13-20
8. Hücrelerin her biri Difüzyon yapar. Difüzyon aktivitesi tek yönlü işleme elektromanyetik alan oluşturur.
A) Doğru
B) Yanlış
9. MRG doku gruplarına göre anatomik analize imkan tanır. Anatomik bozukluklar rahatlıkla gözlemlenebilir. Kanseri hücreler bulunduğu bölgedeki hücrelerden farklı olacaktır. Bu farklılık kolaylıkla gözlemlenebilir.
A) Yanlış
B) Doğru
10. Her dokuda direnç değerleri değişir. Direnç değişimi yola yani kalınlığa bağlı değişir.
A) Doğru
B) Yanlış
11. Dokuların toplamda potansiyel ve direnç değerleri farklıdır. Her dokunun potansiyel, iyon akım, geçirgenlik ölçümü farklılık gösterir.
A) Yanlış
B) Doğru
12. Dokularda direnç değişimine paralel olarak enerji soğurma değerleri de farklıdır. Röntgen cihazıyla verilen radyasyon enerjisi geçişten sonra doğrusal olarak film veya kamera üzerine düşürülerek bölgenin anatomik görüntüsü oluşturulur. Tarama şiddeti değiştirilerek belli dokuların görüntülenmeden diğerlerini inceleme imkanı vardır.
A) Doğru
B) Yanlış
13. Ultrases dalgaları sıvı ortamda titreşim dalgaları olarak ilerler. Titreşim dalgaları farklı ortamdan geçerken enerji kaybederek kırılma ve yansımaya uğrarlar. Yansıyan sinyalin gecikme zamanı ve şiddetine göre görsel imaj oluşturularak anatomik gözlem yapılabilmektedir.
A) Yanlış
B) Doğru

14. Ultrases, ilerleme noktasında düşük frekansta farklı titreşimle karşılaşır (vücut içi sesler) yansımada bu titreşim bilgileriyle beraberdir. Analizlerde gönderilen sinyal elimine (yok etme) yöntemi uygulandığında farklı sinyal işitilebilir bir bilgi olur.
- A) Doğru
B) Yanlış

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz modülü başarıyla tamamladınız.

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki kriterlere göre değerlendiriniz.

Amaç	Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında biyomedikal sistemlerde cihazların kullandığı vücut parametrelerini öğrenerek fizyolojik parametre özelliklerini doğru olarak ayırt edebileceksiniz.	Öğrencinin Adı...: Soyadı: Nosu :		
AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen davranışları öğrencide gözleyemediyse (0), zayıf nitelikli gözlediyseniz (1), orta düzeyde gözlediyseniz (2) ve iyi nitelikte gözlediyseniz (3) rakamın altındaki ilgili kutucuğa X işareti koyunuz.					
GÖZLENECEK DAVRANIŞLAR		0	1	2	3
İnsan Vücudunun Temel Anatomisini Doğru Ayırt Edebilme					
A) Organların anatomik yerleşimini bulabilme					
B) İskelet sistemi parçalarının anatomik yerleşimini bulabilme					
C) Sindirim sistemi parçalarının anatomik yerleşimini bulabilme					
D) Kas sistemi parçalarının anatomik yerleşimini bulabilme					
E) Dolaşım sistemi parçalarının anatomik yerleşimini bulabilme					
F) Sinir sistemi parçalarının anatomik yerleşimini bulabilme					
G) Anatomik parametreleri kullanan cihazları doğru seçebilme					
İnsan Fizyolojisinde Hücre, Kalp, Kas, Dolaşım Parametreleri Doğru Ayırt Edebilme					
A) Hücresinin verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
B) Kasın verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
C) Kalbin verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
D) Dolaşımın verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
E) Kanın verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
F) Faaliyet-2'deki verilen parametreleri kullanan cihazları doğru seçebilme					
İnsan Fizyolojisinde Solunum, Sinir Ağı, Sindirim ve Metabolizma Parametreleri Doğru Ayırt Edebilme					
A) Solunumun verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
B) Sinir ağının verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
C) Sindirim ve boşaltımın verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
D) Metabolizmanın verilen parametrelerini gözlemleyebilme					
E) Faaliyet-3'teki verilen parametreleri kullanan cihazları doğru seçebilme					
TOPLAM PUAN					

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda eksikleriniz varsa öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

cevap anahtarları

ÖĞRENME FAALİYETİ 1 CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	TENDON
4	KAPİLLER
5	C
6	A
7	D

ÖĞRENME FAALİYETİ 2 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	D
4	A
5	A

ÖĞRENME FAALİYETİ 3 CEVAP ANAHTARI

1	INSPIRASYON
2	A
3	D
4	B
5	A
6	B

MODÜL ÖLÇME DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	TURNUSO L KAĞIDI
4	C
5	A
6	D
7	A
8	A
9	B
10	A
11	B
12	A
13	B
14	A

Cevaplarınızı cevap anahtarları ile karşılaştırarak kendinizi değerlendiriniz.

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Ø **Bilim ve yaşam ansiklopedileri**
- Ø İnternette arama motorlarına Türkçe arama “fizioloji”, “anatomi” veya İngilizce “physiology”, “anatomy” link sayfaları.
- Ø İnternet özel arama motoru “Copernic agent” ile bulunan link sayfaları.

KAYNAKÇA

- Ø EVANS William F., **Anatomy and Physiology**.
- Ø Çeviri editörü Prof. Dr. ÇAVUŞOĞLU Hayrinnisa, **Tıbbi Fizyoloji**, Nobel Tıp Kitapevi.
- Ø **Bilim ve yaşam ansiklopedisi**, Gelişim yayınları.
- Ø www.biyomedikal.org sitesi bilgileri kullanıldı.
- Ø www.innerbody.com sitesi bilgileri kullanıldı
- Ø Konuk T., **Pratik Fizyoloji 1**, A.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Ø Tanyer, G., **Hematoloji ve Laboratuvar**, Ayyıldız Matbaası, Ankara.
- Ø <http://www.lo-laboroptik.de/englisch/info/info.html>
- Ø <http://www.meridianinstitute.com/eamt/files/burns4/bur4ch12.html>
- Ø <http://www.korhealth.ac.kr/subject/kucls/%EC%83%88%20%ED%8F%B4%E B%8D%94/chokj/hema/hem02106.htm>
- Ø <http://photometry.merck.de/servlet/PB/show/1239840/113795en.pdf>
- Ø <http://www.coleparmer.com/catalog>
- Ø <http://www.nvri.gov.tw/veter-info/references/diagnosis/10.htm>
- Ø <http://www.polysciences.com/shop/assets/datasheets/350.pdf>
- Ø <http://medlib.med.utah.edu/WebPath/HISTHTML/STAINS/STAINS.html>
- Ø <http://static.cjp.com/gems/blood/LH.6.1.Houwen.pdf>
- Ø <http://w3.whosea.org/haem/c11.htm>
- Ø <http://w3.whosea.org/haem/c10h.htm>
- Ø <http://www.ams.cmu.ac.th/depts/clinmcrs/Yut45LabCellCount.ppt>
- Ø <http://pirun.ku.ac.th/~fsciwcc/BLLAB.PDF>