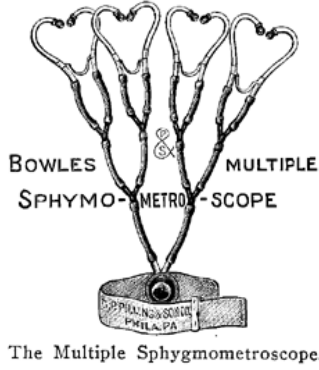


Giriş

Kalp atışı, elektriksel aktivite ve kalp sesleriyle ilişkilidir. Vücut yüzeyinden kaydedilen elektriksel aktivite elektrokardiyografi, veya EKG olarak bilinir. Bu laboratuvarın amacı, gönüllü bir denekten EKG kaydı alarak analizini yapmak ve kalbin karakteristik sesleri ile EKG arasındaki ilişkileri incelemektir.

Kalp aktivitesini kaydetmek için kullanılan aygıtlar.



Öğretimde kullanılan bir cihaz



1920'lere ait bir kalp mikrofoni

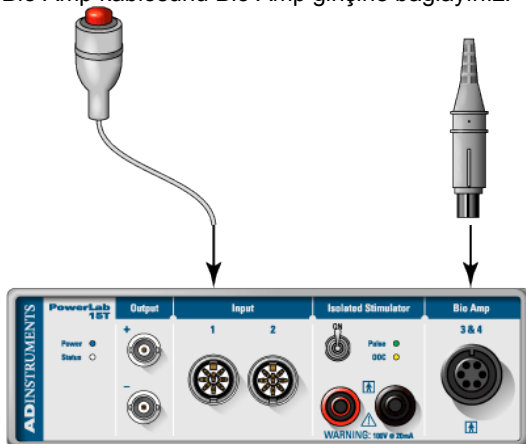
Öğrenme Hedefleri

Buradaki uygulamaların sonucunda:

- Bu derivasyonlardan alınan EKG'lerin belirgin (P dalgası, QRS kompleksi, T dalgası gibi) bileşenlerini ayırt etmeyi öğrenecek;
- Kalpteki elektriksel aktiviteyle bu belirgin bileşenleri ilişkilendirmeyi öğrenecek;
- EKG bileşenlerinin zamanlamalarını ve büyüklüklerini hesaplama yöntemlerini öğrenecek;
- EKG'den kalp atım hızının nasıl hesaplandığını öğrenecek;
- Kalbin (EKG'de kaydedilen) elektriksel aktivitesi ile (kalp sesleri ile takip edeceğiniz) mekanik aktivitenin arasındaki zamansal ilişkileri açıklamayı öğreneceksiniz.

İşlem Basamakları

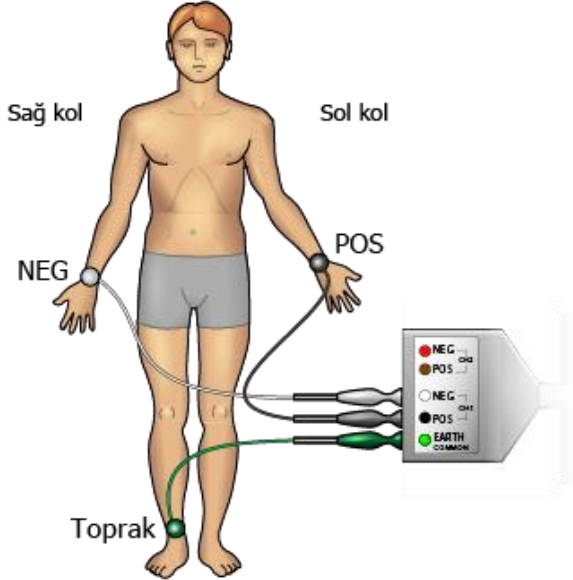
1. PowerLab'ın bağlı ve açık durumda olduğundan emin olunuz.
2. Düğmeli kumandayı PowerLab'ın 1 numaralı girişine (Input 1) bağlayınız.
3. El ve ayak bileklerinde bulunabilecek saat, takı gibi eşyaları uzaklaştırınız.
4. Elektrot kablolarını Bio Amp kablosundaki Toprak (Earth), Negatif (CH1 NEG), ve Pozitif (POS) girişlerine bağlayınız.
5. Bio Amp kablosunu Bio Amp girişine bağlayınız.



Standart Bağlantılar

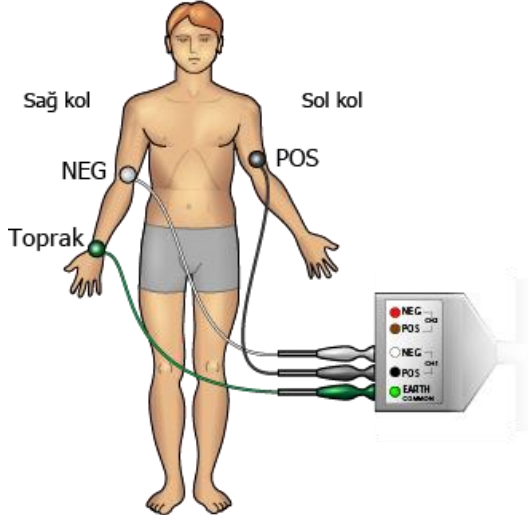
Pozitif elektrodu sol el bileğine, negatif elektrodu sağ el bileğine ve toprak elektrodu da sağ bacağa bağlayınız.

1. Bir tükenmez kalem yardımıyla elektrotların yerleştirileceği yerleri işaretleyiniz. Deriyi alkollü bir pamukla temizledikten sonra, bir miktar aşındırıcı jel veya ped yardımıyla hafifçe kazıyınız. Bu işlem derinin dış katmanlarının elektriksel direncini düşürür ve iyi bir elektriksel temas oluşmasını sağlar.
2. Eğer tekrar kullanılabilir özellikteki kısıkaç elektrotlardan kullanıyorsanız, elektrotları yerleştirmeden önce iç kısımların az miktarda elektrot jeli veya kremi sürünüz. Eğer üzerlerinde elektrot jeli olan tek kullanımlık elektrotlardan kullanıyorsanız elektrot kremi veya jeline gereksinimiz yoktur.
3. İlk deneyden sonra kaydettiğiniz sinyallere baktığınızda kayıtlarınızın yeterince iyi olmadığını düşünürseniz şu [alternatif yöntemi](#) deneyebilirsiniz.



4.

Alternatif Elektrot Bağlantısı

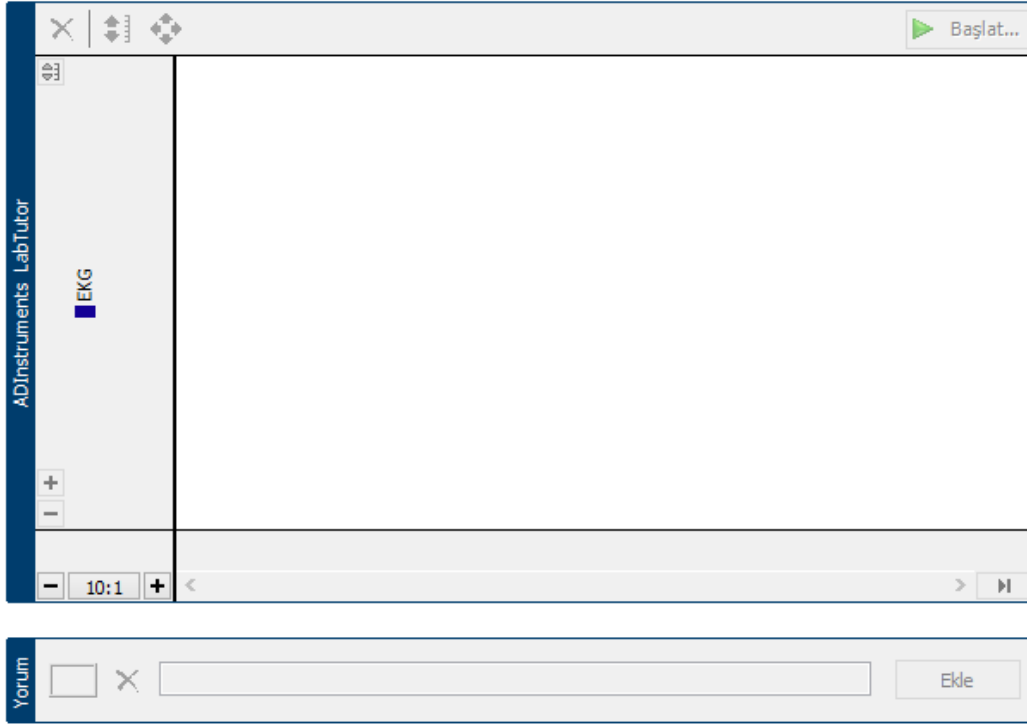


Alternatif bağlantı:

- Sol üst kola pozitif elektrot
- Sağ üst kola negatif elektrot
- Herhangi bir bileğe toprak elektrot
- Elektrotları üst kolun büyük kaslarının üzerine yerleştirmeyiniz, çünkü kas aktivitesi kalpten kaydedilen sinyalleri bozucu etki yapabilmektedir.

Deney 1

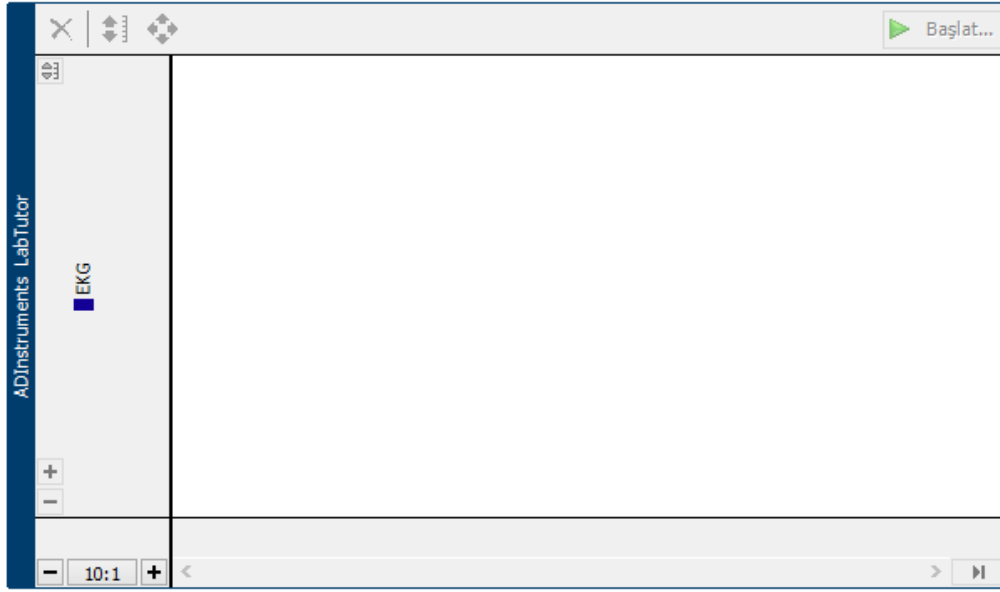
Bu alıştırmada elektrokardiyogramın (EKG) temel bileşenlerini kayıt ederek analizlerini yapacaksınız.



İşlem Basamakları

1. Deneğiniz, vucut hareketlere bağlı kayıt hatalarını en aza indirmek için mümkün olduğunca gevşemiş ve hareketsiz durumda oturmalıdır.
2. Deneğinizin adını [Yorum Paneline](#) yazınız.
3. [Başlat](#) düğmesine basınız ve enter tuşuna basarak yorumu ekleyiniz.
 Kaydedilen verileri düzgün ve tam bir biçimde görmek istediğiniz her zaman [Otomatik boyutlandırma](#) düğmesine basabilirsiniz.
4. Eğer EKG'yi göremiyorsanız, her üç elektrodun da düzgün bir biçimde bağlandığına emin olunuz. Eğer kayıtlarınız gürültülü veya ayırt edilemez durumda ise, deneğinizin rahatlamış durumda olduğundan emin olun ve gerekirse [alternatif elektot yerleştirme bölgelerini](#) deneyiniz.
5. [Dur](#) düğmesine basınız.
6. Tekrar [Başlat](#) düğmesine basınız. Kayıt sürerken deneğinizden ellerini açıp kapatmasını ve sonra da her iki kolunu göğsünün çevresinde hareket ettirmesini isteyiniz.
 Bu durumda kayıt izleri bütün ekrana yayılır ve EKG bozuk hale gelir. Bu da bize EKG kaydedilirken deneklerimizin neden rahat ve hareketsiz durması gerektiğini göstermektedir.
7. Deneğiniz sakin ve hareketsiz bir biçimde otururken tekrar [başlat](#) düğmesine basınız. Hareket bozuklukları olmadan bir kayıt elde edebildiğiniz takdirde yorum bölümüne "Dinlenme EKG'si" ve deneğinizin ismini yazıp, yorumu ekleyiniz.
8. [Dur](#) düğmesine basınız.

Analiz



Değer	Zaman

EKG Genlik ve Süreleri			
Tablo	Bileşen	Genlik (mV)	Süre (s)
	P dalgası		
	QRS kompleksi		
	T dalgası		

Değer	EKG

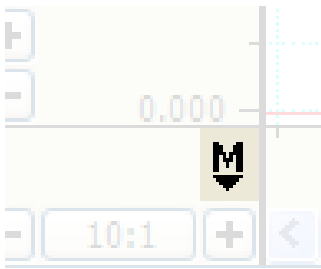
Tablo	EKG Süreleri ve Atım Hızı		
	Çift	Aralık (s)	Kalp Hızı (BPM)
	1		
	2		
	3		

1. Verilerinizi gözden geçirerek düzenli kaydedilmiş EKG döngülerini bulun.
2. Güzelce kaydedilmiş döngülerden birinde P dalgası, **QRS kompleksi** ve T dalgalarının genlikleri ile sürelerini ölçünüz.
3. Genlikleri ölçmek için **İşaretçi** okunu P dalgasından hemen önceki düz kayıt bölgesine yerleştiriniz. Ardından **Dalga imlecini** P dalgasının tepe noktasına hareket ettiriniz. Ölçümü **Değer Paneline** kaydetmek için tıklayınız.
4. Değer paneline kaydedilen değeri, yukarıdaki tablodaki uygun hücreye sürükleyiniz.
5. Süreleri ölçmek için İşaretleyiciyi dalga veya kompleksin başlangıç noktasına bıraktıktan sonra dalga imlecini dalga veya kompleksin tamamlandığı noktaya getiriniz.
6. Değerleri değer panelinde görmek için tıklayınız ve ardından paneldeki değerleri tablonun uygun hücrelerine sürükleyiniz.
7. Şimdi de kalp atım hızının kalp atışları arasında nasıl farklılık gösterdiğini izleyiniz. Bunu yapmak için yatay sıkıştırma oranını 10:1 oranına getiriniz. İşaretçi ve dalga imlecini kullanarak üç tane ardışık R dalgası arasındaki süreyi saniye olarak ölçünüz.
8. Sonuçlarınızı alttaki tabloya kaydediniz. Her aralık için kalp hızı (HR) tablonun üçüncü kolonunda hesaplanacaktır ($HR = 60 \div t$, HR = kalp hızı (atım/dk) and, t = zaman aralığı (saniye).

QRS Kompleksi

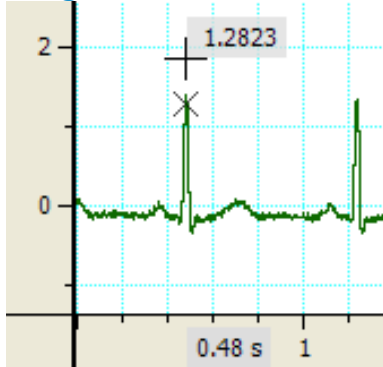


İşaretçi



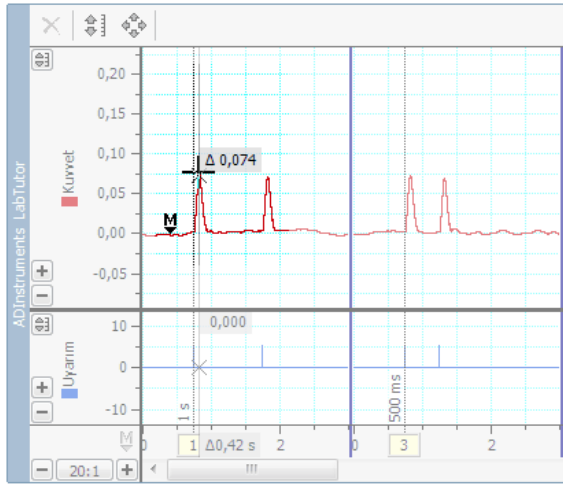
İşaretçi kullanımda ise, **Değer paneli**nde gösterilen değerler ve zaman, işaretlenen başvuru noktasına göre değişir. Kullanımda olmadığı zaman LabTutor panelinin sol alt köşesinde duran işaretçi, kaydın istenen yerine fare yardımıyla sürüklenip bırakılabilir. İşaretçiyi kayıttan uzaklaştırmak istediğinizde, işaretçinin ana konumunda bulunan gri işaretçi sembolüne tıklayınız.

Dalga İmlecı



Dalga imlecı (X), fare imlecınız LabTutor paneli içinde gezerken kayıt izini takip ederek dalga genliğı ve zamanlarına dair çabuk bir okuma yapılabilmesini sağlar.

Değer Paneli

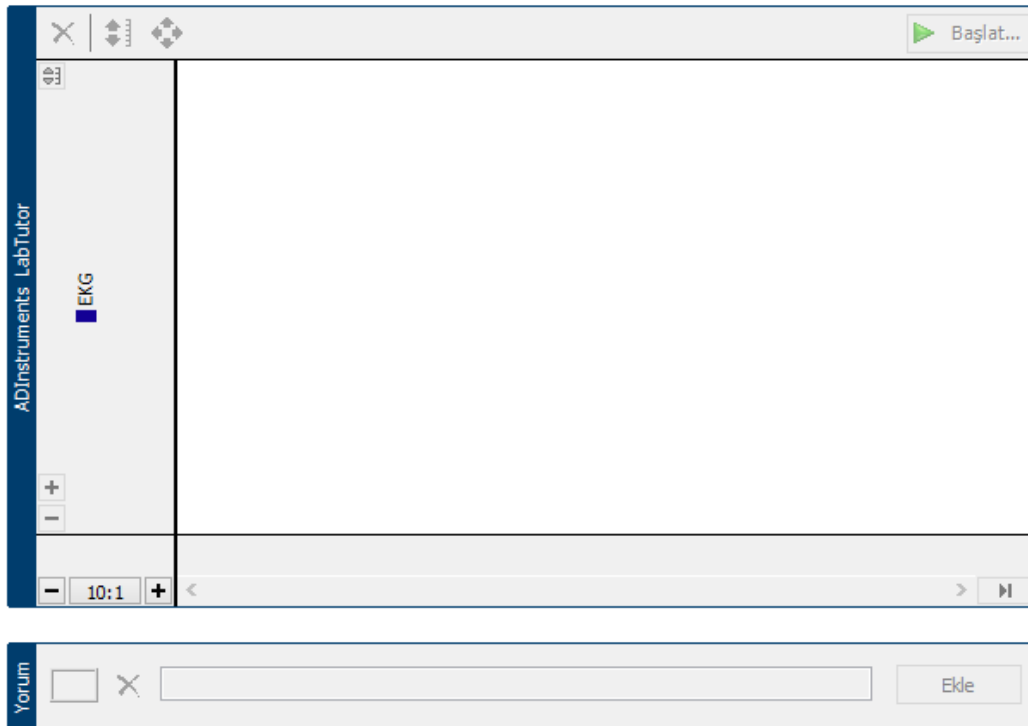


Değer	Kuvvet	Birim
$\Delta 0,074$		
	Uyarım aralığı (ms)	Kuvvet (ilk yanıt)
	1000	
	500	

Değer panelleri, sözgelimi LabTutor panelindeki bir kayıt izi üzerine tıklanarak elde edilebilecek değerleri gösterir. Değer panelindeki sayılar, gösterilen değerlerin alındığı kanalın renklerini gösterecek şekilde renk kodlarına sahiptir. Değer panellerinde gösterilen değerleri tablolara sürükleyip bırakabilirsiniz.

Deney 2

Bu alıştırmada grubunuzdaki diğer arkadaşlarınızdan dinlenme EKG sinyalleri kaydedeceksiniz.

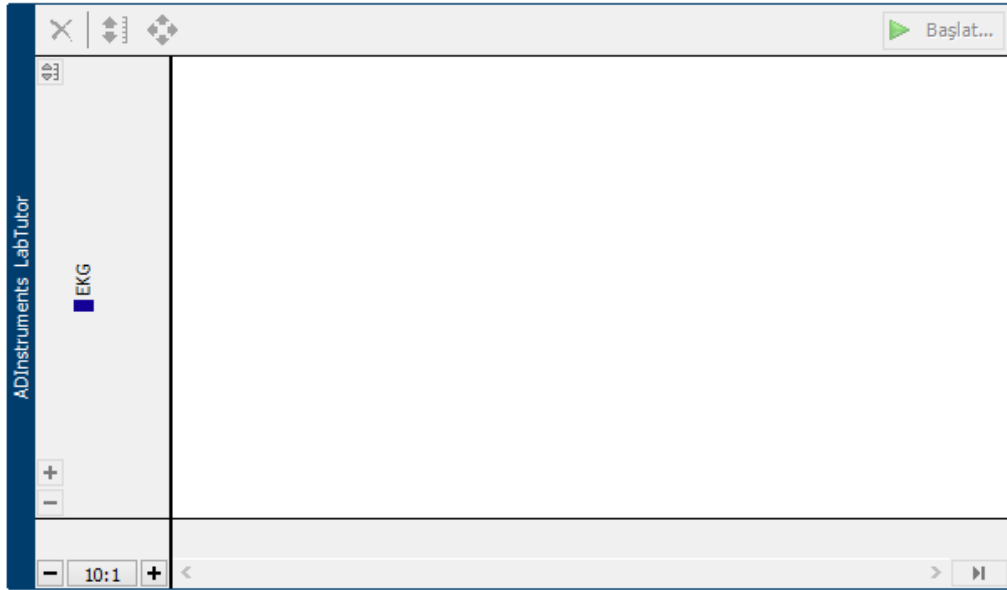


İşlem Basamakları

1. Elektrotlarınızı yeni denejinize bağlayınız.
2. Denejiniz sessizce otururken yine **Başlat** tuşuna basın. Hareket artefaktı içermeyen bir kayıt elde ettiğinizde "Dinlenme EKG'si" gibi bir yorum ve denejinizin ismini yazarak kaydınıza bir **yorum ekleyiniz**.
3. **Dur** düğmesine basınız.
4. İşlemleri grubunuzdaki tüm öğrenciler için tekrarlayınız.

Analiz

Grubunuzdaki ve tüm sınıftaki öğrencilerden alınan verilerle P dalgası, **QRS kompleksi** ve T dalgasının genlik ve sürelerinin bireylere göre nasıl değiştiğini inceleyiniz. Sonuçlarınızı tabloya kaydediniz.



Değer	EKG

Değer	Zaman

EKG Bileşenlerinin Genlik ve Sürelerindeki Değişkenlikler						
Denek	P genliği (mV)	P süresi (s)	R genliği (mV)	QRS süresi (s)	T genliği (mV)	T süresi (s)

Dalga Genliğini Ölçmek İçin:

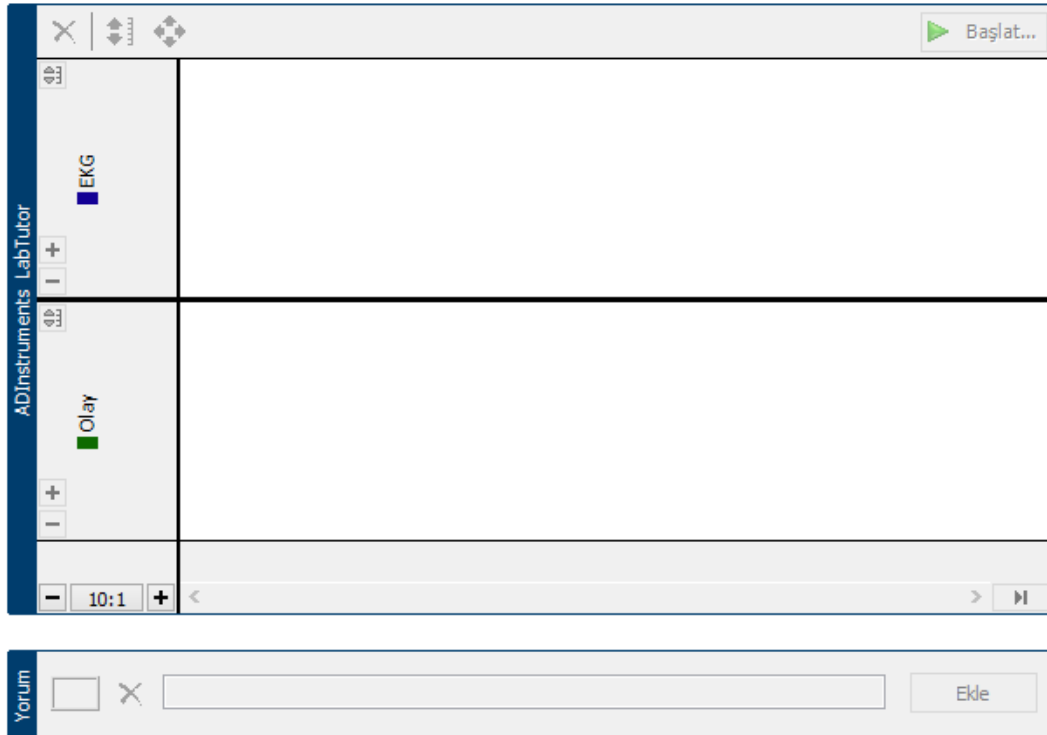
1. İşaretçiyi ilgilendiğiniz tüm dalgaların hemen öncesindeki en alçak kayıt noktasına yerleştiriniz.
2. Dalga imlecini işaretçinin sağına doğru, sinyalin tepe noktasına getirip tıklayınız.
3. EKG Değer panelinde gösterilen değeri sürükleyerek tablonuzun "genlik" kolonunda uygun yere bırakınız.

Dalga Süresini Ölçmek İçin:

1. Bir sinyal tepesinden hemen önceki en alçak noktaya işaretçinizi bırakınız.
2. Dalga imlecini dalgadan hemen sonraki en alçak veri noktasına getirdikten sonra tıklayınız.
3. Zaman değer panelinde gördüğünüz değeri alarak tablonun uygun kolonuna sürükleyiniz.

Deney 3

Bu alıştırma dinlenme durumundaki bir gönüllüden EKG ve kalp seslerini kaydederek aralarındaki ilişkileri inceleyeceksiniz.



Steteskobun kullanılması

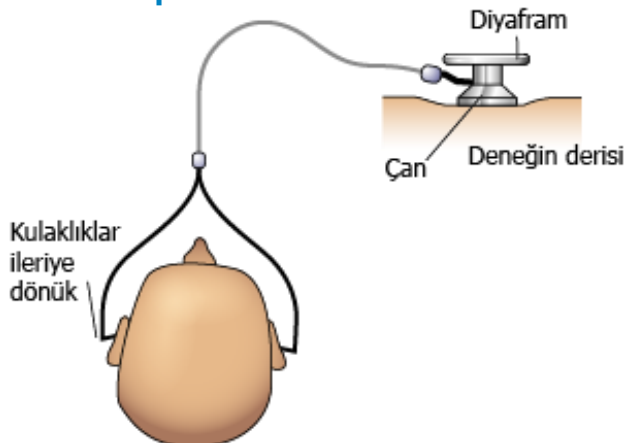
Bu alıştırma için çan uçlu steteskoplar, oda gürültüsünü eledikleri için diyaframlı modellerden daha elverişlidirler. Ayrıca deney sırasında ses düzeyinin en alt düzeyde tutulması da çalışmayı kolaylaştıracaktır.

Gönüllü deneyeğiniz size [steteskobu nasıl kullanacağınız hakkında](#) kısa bilgi vereceklerdir.

Gönüllü deneyeğiniz sağ eliyle steteskobun çan kısmını göğsünün sol tarafına yerleştirmelidir (gömleğin altından kolayca yapılabilir). Dinleyen öğrenci kalp seslerini temiz ve net bir biçimde alana kadar steteskop farklı noktalarda gezdirilmelidir. Sesler yumuşaktır ve rahatça duyulabilmeleri için odadaki ses düzeyi düşük tutulmalıdır. Kalp sesleri net bir şekilde alınmaya başladığında denek öğrenci steteskobun çanını olduğu yerde sabit tutarken, diğer gözlemci öğrenci steteskoptan kalp seslerini dinleyerek kaydetmelidir.

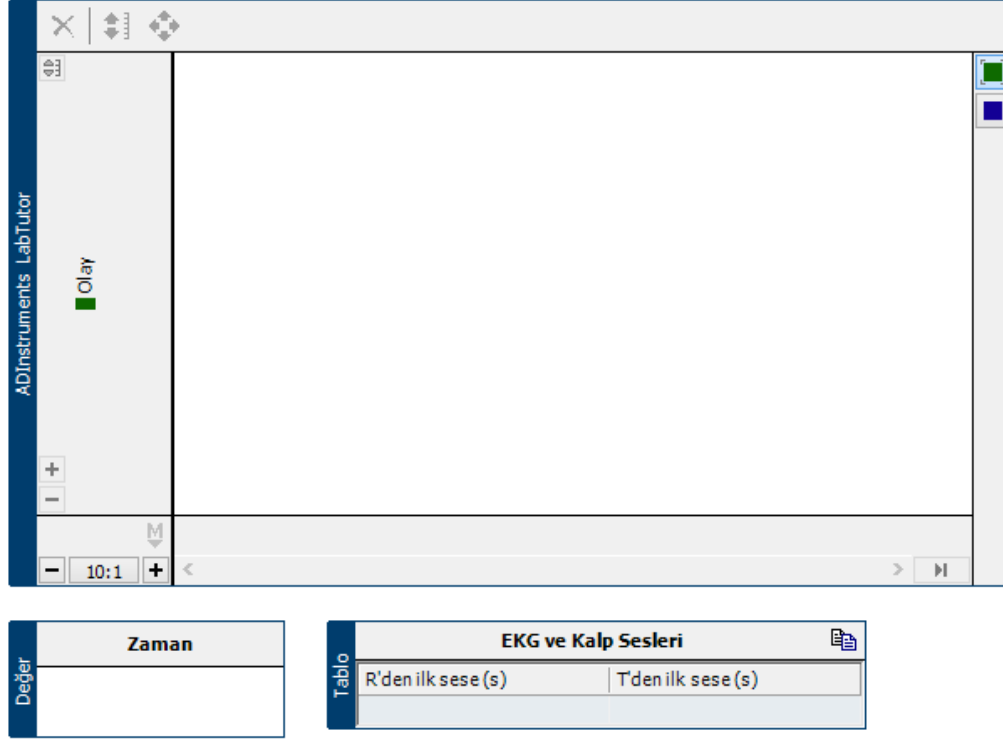
1. **Başlat** düğmesine basarak EKG kaydetmeye başlayınız. Bu sırada elinizdeki düğmeli kumandayı kullanarak "lob" sesi duyduğunuzda basıp "dob" sesi duyduğunuzda bırakınız.
2. Bir kaç kalp döngüsü kaydettikten sonra **Dur** düğmesine basınız.

Steteskop



Genellikle, oda gürültüsünü azaltıcı özelliğinden dolayı çan şeklindeki uçların kullanılması, diyaframlı olanlara göre daha başarılı sonuçlar vermektedir. Kulaklık bölgeleri dış kulak yolunun açısına uygun olarak hafifçe öne doğru olacak şekilde kulağa takılmalıdır. Çan kısmına hafifçe vurunuz. Eğer ses duymuyorsanız, çanı, zemini üzerinde 180 derece döndürünüz.

Analiz

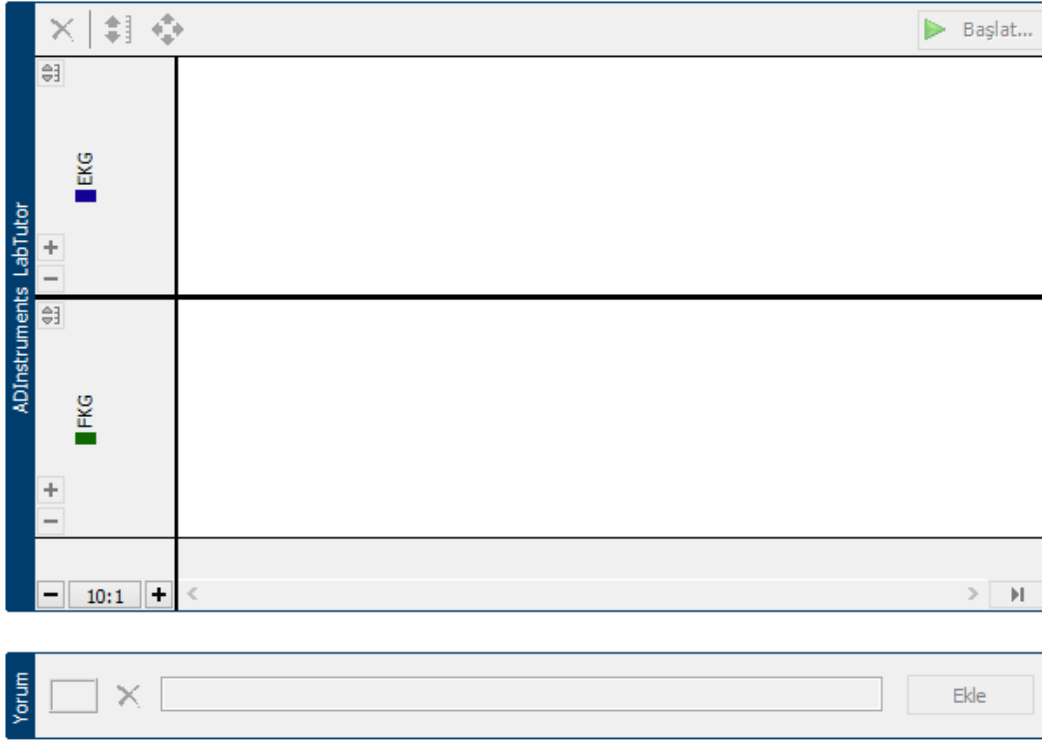


Her iki kanalda aldığınız kayıtları daha rahat inceleyebilmeniz için LabTutor paneliniz iki kaydı üst üste gösterecek şekilde ayarlanmıştır. [Kanal İzleme düğmelerini](#) kullanarak iki kanaldan hangisinin aktif durumda olacağını seçebilirsiniz.

1. Kalp seslerine dair olaylarla EKG sinyalleri arasındaki genel uyuma dikkat ediniz.
2. [İşaretçi](#) ve [Dalga İmlecini](#) kullanarak, aşağıdaki yönergeler göre R dalgasının tepesi ile olay sinyalinin yukarı çıktığı an arasındaki zamanı ölçünüz.
 1. EKG kanalını aktif olarak seçiniz.
 2. İşaretçiyi R dalgasının tepesine koyunuz,
 3. Olay kanalını aktif hale getiriniz,
 4. Dalga imlecini kullanarak sinyalin yükseldiği noktaya geliniz.
 5. Değeri tabloya işleyiniz.
3. Şimdi T dalgasının tepesi ile olay sinyalinin aşağıya indiği nokta arasındaki zamansal farkı hesaplayınız.
 1. EKG kanalını aktif hale getiriniz.
 2. İşaretçiyi T dalgasının tepesine bırakınız
 3. Olay kanalını aktif hale getiriniz
 4. Dalga imlecini kullanarak olay sinyalinin aşağıya indiği noktayı seçiniz
 5. Bu noktadaki değeri tablonuza işleyiniz.

Deney 4

Bu alıştırma dinlenme durumundaki bir denekten bir kalp mikrofonu yardımıyla kaydedeceğimiz kalp sesleri (fonokardiyogram, FKG veya PKG) ve EKG arasındaki ilişkiyi inceleyeceğiz.



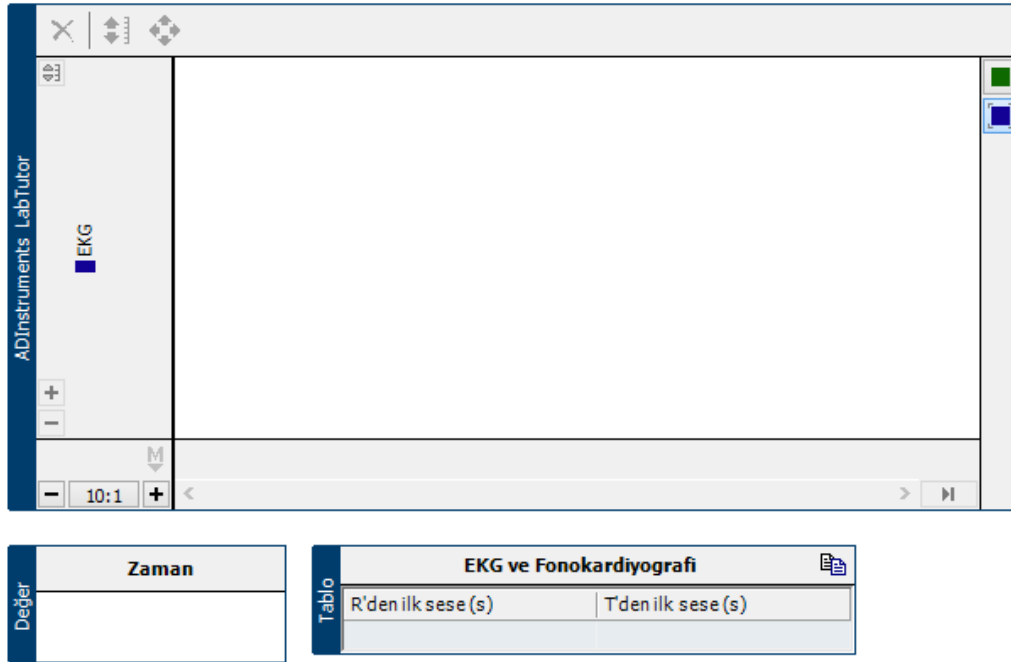
Alıştırma 3'te kullandığınız yöntemin belirgin miktarda bir hata içereceği açıktır. Örneğin, düğmeye basmadaki tepki zamanı belirgin bir gecikmeye neden olacaktır.

Farklı bir seçenek olan fonokardiyografi ise, göğüsten gelen kalp seslerini kaydetme ve grafiksel olarak gerçek zamanlı bir biçimde izleme için göğüs duvarı üzerine yerleştirilmiş bir mikrofon kullanılarak yapılır.

İşlem basamakları

1. Giriş 1'deki düğmeli kumandayı çıkartarak yerine kalp mikrofonunu takınız.
2. Kalp mikrofonunu göğsünüzün sol tarafına yerleştiriniz. Ardından ya göğsün etrafını dolanan sıkı bir şerit veya (eğer yatar durumdaysanız) mikrofon üzerine kitap vs gibi ağırlıklar koyarak mikrofonu yerine sabitleyiniz.
 Burada mikrofonun göğüs üzerinde elle tutulmaması çok önemlidir, çünkü elin önlenemeyen küçük hareketleri kayıtlarınızda belirgin miktarda gürültüye sebep olabilir.
3. EKG ve kalp mikrofonu kaydına başlamak için **Başlat** düğmesine basınız. Mümkün olan en iyi kaydı almak için mikrofonu göğüs üzerindeki farklı noktalarda deneyebilirsiniz.
4. 15 saniye sonra **Dur** tuşuna basınız.

Analiz



Yine kayıtları izlemeyi kolaylaştırmak için LabTutor paneliniz iki farklı kaydı aynı pencerede üst üste gösterecek şekilde ayarlanmıştır.

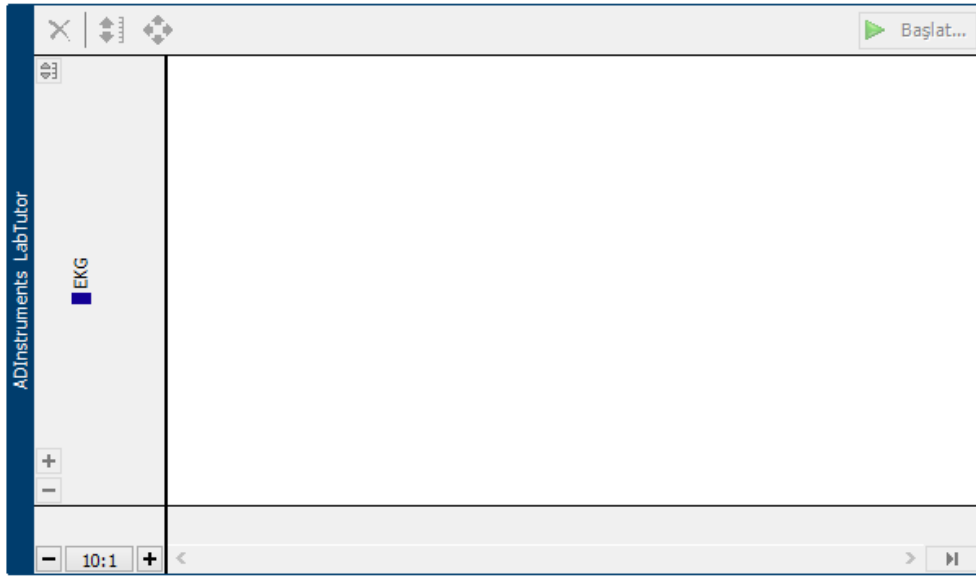
Panelin sağ üst köşesindeki renkli düğmeleri seçerek hangi kanalın "aktif" olacağını belirleyebilirsiniz.

1. R dalgası ile ilk kalp sesi arasındaki ilişkiye dikkat ediniz. **İşaretçi** ve **Dalga imlecini** kullanarak, R dalgasının başlangıcı ile ilk kalp sesinin başlama anı arasındaki süreyi hesaplayınız.
1. EKG kanalını aktif hale getiriniz.
2. R dalgasının üzerine işaretçiyi bırakınız.
3. PCG kanalını aktifleştiriniz.
4. Dalga imlecini kullanarak ilk kalp sesinin başlama noktasını tespit ediniz.
5. Değeri tabloya işleyiniz.
2. Şimdi de T dalgası ile ikinci kalp sesi arasındaki ilişkiye dikkat ediniz. Yukarıdaki basmaları T dalgası ve ikinci kalp sesi için tekrarlayarak, T dalgası ile ikinci kalp sesi arasındaki zaman farkını bulunuz.

Rapor

Tanımlama	radon, radon (radon , radon)	Önizleme
-----------	------------------------------	----------

Alıştırma 1: Dinlenme Durumunda EKG



Çalışma alıştırması

Aşağıdaki yorum panelini kullanarak kayıt üzerinde P dalgası, QRS kompleksi ve T dalgasını gösteriniz.

Yorum

EKG Genlik ve Süreleri		
Bileşen	Genlik (mV)	Süre (s)
P dalgası		
QRS kompleksi		
T dalgası		

ECG Aralık ve Hızı		
Çift	Aralık (s)	Kalp Hızı (BPM)
1		
2		
3		

1. Farklı kalp döngülerindeki dalgaların genliklerine ilişkin neler söyleyebilirsiniz?

Cevap

2. P dalgası ve QRS kompleksi sırasıyla atrium ve ventrikül kaslarının depolarizasyonunu temsil ediyorlar. Neden QRS kompleksi bu kadar büyük bir genliğe sahiptir?

Cevap

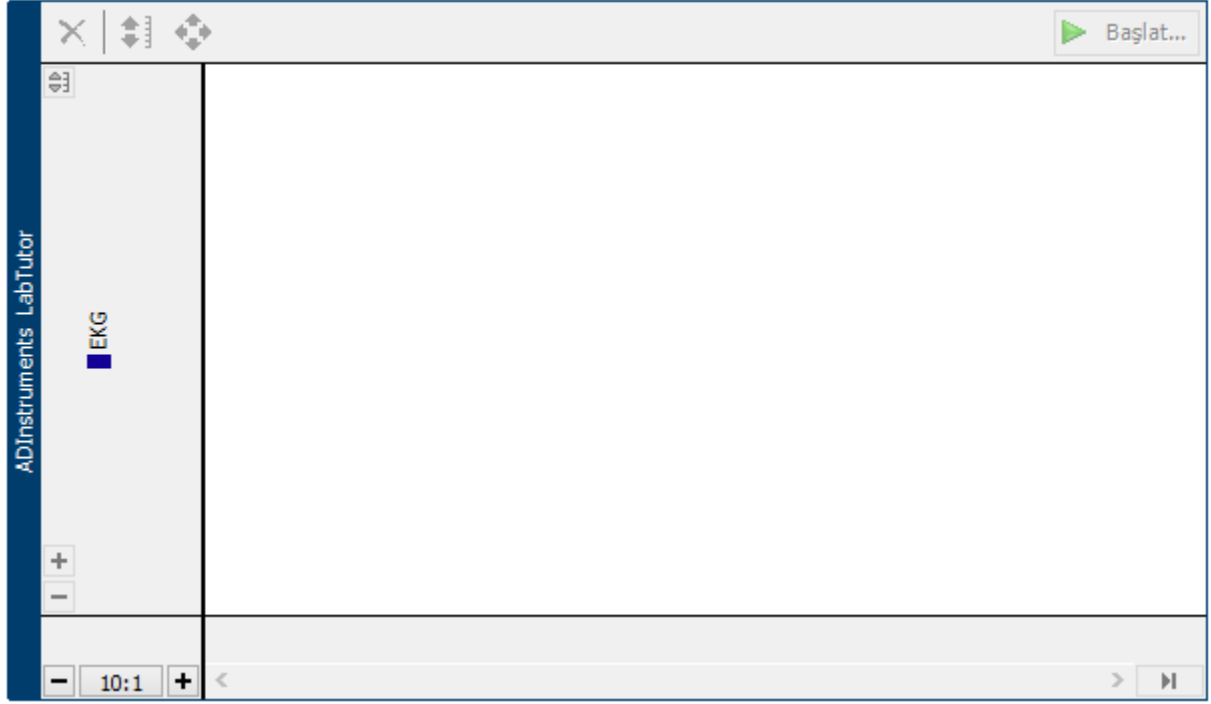
3. Adım 7 ve 8'de kalp hızını R dalgalarının tepeden-tepeye aralıklarını kullanarak hesaplamıştık. Atımlar arasında değişkenlik var mıydı? Atımlar arasındaki aralıkların aynı olmasını bekler misiniz? Neden?

Cevap

4. Normal dinlenme durumundaki bir kalbin atım hızı ortalama dakikada 60-90 atım arasındadır. İdmanlı bir atlette ise bu değerler 45-60 atım gibi ölçülebilmektedir. Neden sportif açıdan eğitilmiş bir vücut, sıradan bir kişiye göre bu kadar düşük kalp hızına sahiptir?

Cevap

Alıştırma 2: EKG Değişkenlikleri



EKG Bileşenlerinin Genlik ve Süre Değişkenlikleri						
Denek	P genliği (mV)	P süresi (s)	R genliği (mV)	QRS süresi (s)	T genliği (mV)	T süresi (s)

5. Farklı bireylerden alınan değişik dalgaların genlik ve süreleri benzer miydi yoksa çok farklı mıydı?

Cevap

6. Bireyler arasında kalp hızı açısından ne tip değişkenlikler gözlemlediniz?

Cevap

Alıştırma 3: EKG ve Kalp Sesleri

7. QRS kompleksinden hemen sonra neden ventrikül kasılması (sistol) ve "lob" sesi gelmektedir. Açıklayınız.

Cevap

8. T dalgasından hemen sonra neden ventrikül gevşemesi (diyastol) ve "dob" sesi gelmektedir. Açıklayınız.

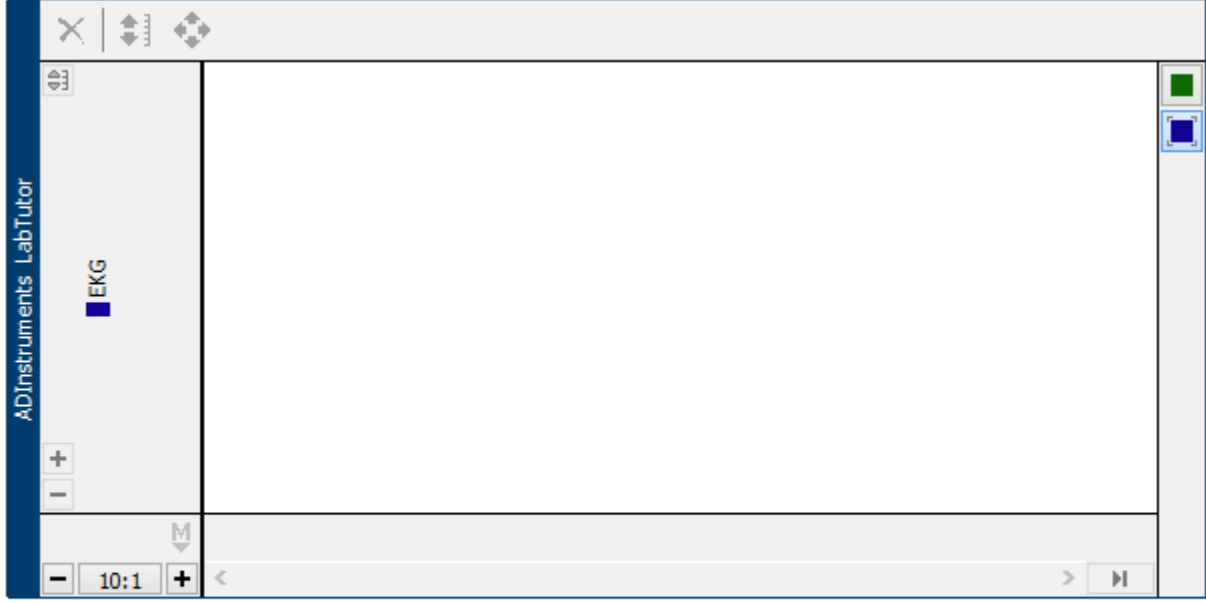
Aıştırma

4:

EKG

ve

Fonokardiyografi



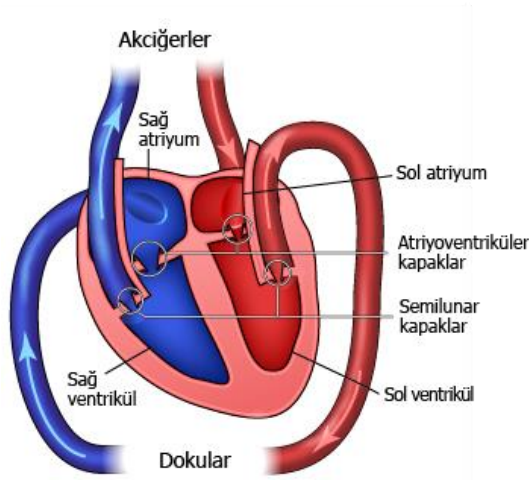
EKG ve Fonokardiyografi	
R'den ilk sese (s)	T'den ikinci sese (s)

9. Daha öncesi "lob-dob" kayıtlarınız muhtemelen fonokardiyogramda kaydettiğiniz gerçek kalp sesi zamanlamalarından farklıdır. Bu farklılığı nasıl açıklayabilirsiniz?

Cevap

Elektrokardiyogram ve Kalp Sesleri: Genel Bilgi

Kalbimiz, kanı tüm vucutta ve akciğerlerde dolaştıran çift taraflı bir pompadır. Kan, kalbe atriyum denen odalardan düşük basınçla girerken, ventriküllerden daha büyük bir basınçla ayrılır. Bu yüksek arter basıncı, kanın dolaşım sisteminde hareket etmesi için gereken gücü sağlar. Şekil 1'de insan kalbi ve dolaşım sisteminin şematik bir şekli görülmektedir. Temel olarak, vücuttan kalbe dönen kan kalbin sağ yanına ulaşır ve buradan akciğerlere pompalanır. Burada, oksijen kana alınırken karbondioksit solunum havasına verilir. Bu oksijenlenmiş kan daha sonra kalbin sol tarafına gelir. Buradan da yine tüm vücuda pompalanarak dağıtılır.

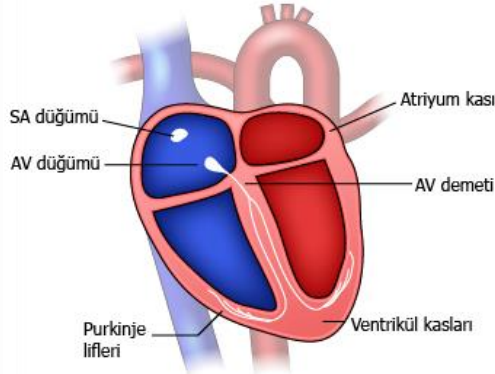


Şekil 1. İnsan kalbi ve dolaşım sisteminin şematik gösterimi.

Kalbin Elektriksel Faaliyetleri

Kalp kasılmaları, sinir sisteminden gelen sinyallere bağlı değildir. Bununla beraber, parasempatik (vagus) ve sempatik sinirlerle gelen sinyaller, temel kalp ritmini ihtiyaca göre düzenler. Yani, merkezi sinir sistemi de bu ritmi etkileyebilmektedir. Bunun en iyi bilinen örneği, solunum aktivitesinin kalp ritmini etkilediği (nefes alırken kalbimizin hızlanmasına, verirken de yavaşlamasına neden olan) "sinüs aritmisi" denen durumdur.

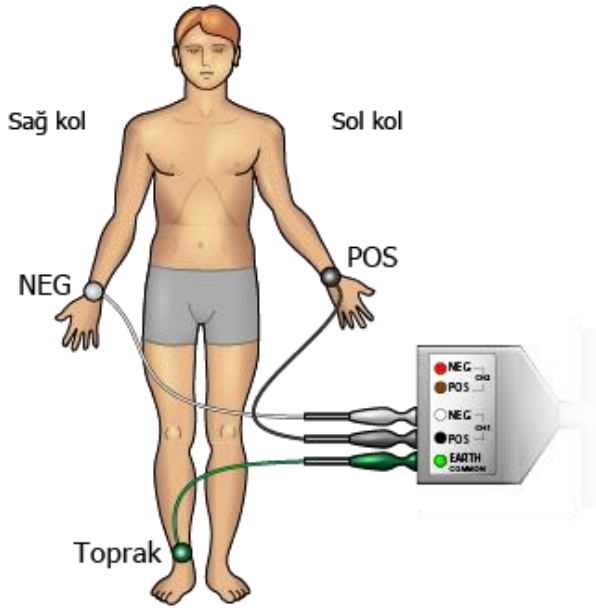
Sinoatrial (SA) düğüm denen bir grup özelleşmiş kalp kası hücresi, kalbin ritim yapıcı odağını oluşturur (Şekil 2). Bu hücrelerin ritmik bir şekilde ürettikleri aksiyon potansiyelleri atriyum duvarlarını oluşturan kalp kası hücreleri boyunca yayılırlar. Sonuçta kas hücrelerinde meydana gelen kasılma, kanı atriyumlardan ventriküllere doğru iter. Atriyum ve ventriküller arasındaki tek elektriksel iletişim, atriyoventriküler (AV) düğüm denen özel bir bölge aracılığıyla sağlanır. Aksiyon potansiyelleri yavaşça bu AV düğüm üzerinden geçerken, ventriküllerin kasılmadan önce kanla dolması için gereken süre de sağlanmış olur. Buradan geçen aksiyon potansiyelleri daha sonra hızlı bir şekilde AV demet ve Purkinje lifleri üzerinden geçerek bütün ventrikül kaslarını uyarırlar ve ventriküllerin kasılması sağlanır.



Şekil 2. İnsan kalbinin elektriksel iletimden sorumlu olan bölgeleri.

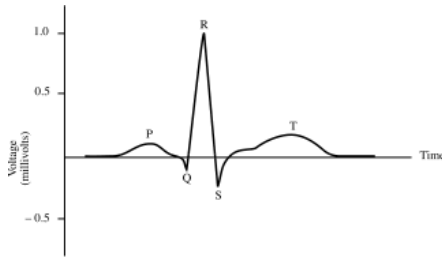
Kalp döngüsü, atriyum ve ventriküllerin sıralı kasılmalarından meydana gelir.

Kalpteki farklı miyokard (kalp kası) hücrelerinin elektriksel faaliyetleri toplam olarak, vücut sıvıları boyunca yayılan elektrik akımları meydana getirir. Bu akımlar, deri üzerine yerleştirilen kayıt elektrotları ile algılanabilecek kadar büyük akımlardır (Şekil 3).



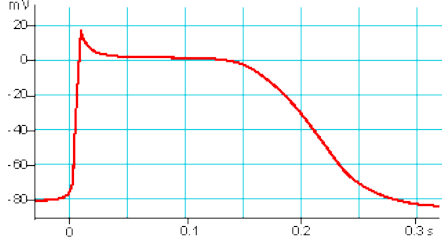
Şekil 3. Vücut uzuvlarına bağlanan standart EKG elektrotları.

Bir kalp döngüsü sırasında meydana gelen düzenli dalga yapıları Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4 . P dalgası, QRS kompleksi ve T dalgasını gösteren bir kalp döngüsü.

Kalpdeki atriyum ve ventriküllerde bulunan kaslardan kaydedilen aksiyon potansiyelleri, sinir veya kaslardan kaydedilen potansiyellerden farklıdır. Kalpteki aksiyon potansiyelleri üç evreden oluşur: Hızlı bir depolarizasyon; (ventrikül kaslarında çok belirgin olan) düzlük (plato) biçimli bir depolarizasyon; ve dinlenme potansiyeline dönüşü sağlayan bir repolarizasyon (Şekil 5).



Şekil 5 . Ventrikül kaslarında gözlenen tipik bir kalp kası aksiyon potansiyeli.

EKG dalgalarının bileşenleri atriyum ve ventrikül kaslarının elektrik aktiviteleri ile ilişkilendirilebilir:

- P dalgası, atriyumların depolarizasyonu ile ilgilidir
- QRS kompleksi ventriküllerin depolarizasyonu sonucu oluşur. Aynı anda atriyumların repolarizasyonu da meydana gelir fakat bunun EKG'ye katkısı ihmal edilebilecek kadar küçüktür
- T dalgası ise ventriküllerin repolarizasyonu sonucu meydana gelir.

Kalp Kapakçıkları ve Kalp Sesleri

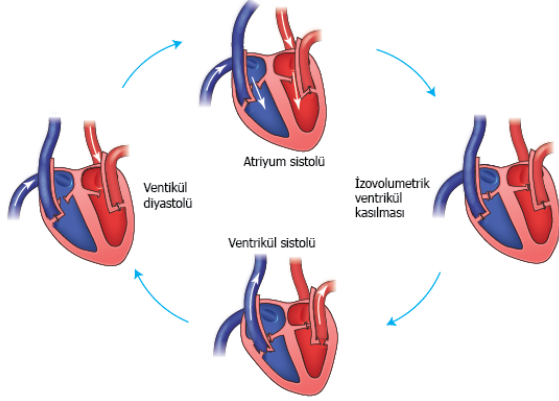
Kalbin her iki tarafında, ritmik kasılmaları tek yönlü bir kan akışına dönüştüren ikişer kapakçık bulunur. Bu kapakçıklar, kanın geri akışına neden olabilecek bir basınç farkı oluştuğunda, anatomik yapıları gereği otomatik olarak kapanırlar. Bu kapanma ise dışarıdan duyulabilir biçimde titreşimlere neden olurlar (kalp sesleri). Kalbin her iki yanındaki atriyum ve ventriküller arasında bulunan atriyoventriküler (AV) kapakçıklar, ventriküllerin kasılması sırasında kanın ventriküllerden atriyumlara geri akmasını önlerler. Yarım-ay (semilunar) kapakçıklar ise kalbin her iki yanındaki ventriküller ile bunların bağlı oldukları arterler arasında bulunurlar ve sistolden sonra kanın aort veya pulmoner arterden, bunların bağlı bulundukları ventriküllere geri akmasını önlerler.

Bu kapakçıkların kapanması genellikle "lob-dob" şeklinde ifade edilen kalp kaynaklı karakteristik seslerin kaynağıdır. Daha pes olan "lob" sesi, ventrikül kasılmasının erken evrelerinde meydana gelir. Bu ses, atrioventriküler (mitral ve

triküspid) kapakların kapanması sonucu oluşur. Bu kapakların görevi, ventrikül kasılması sırasında kanın atriumlara geri akmasını önlemektir. Ventriküller gevşediği zaman, kan basıncı arterlerdeki basıncın altına düşer ve böylece semilunar (aortik ve pulmoner) kapakçıkların kapanması sonucunda daha yüksek frekanslı olan "dob" sesi duyulur. Bu kapaklardaki işlev bozuklukları genellikle stetoskopiyle duyulabilen ve murmur (fısıltı) denen anormal seslere neden olur.

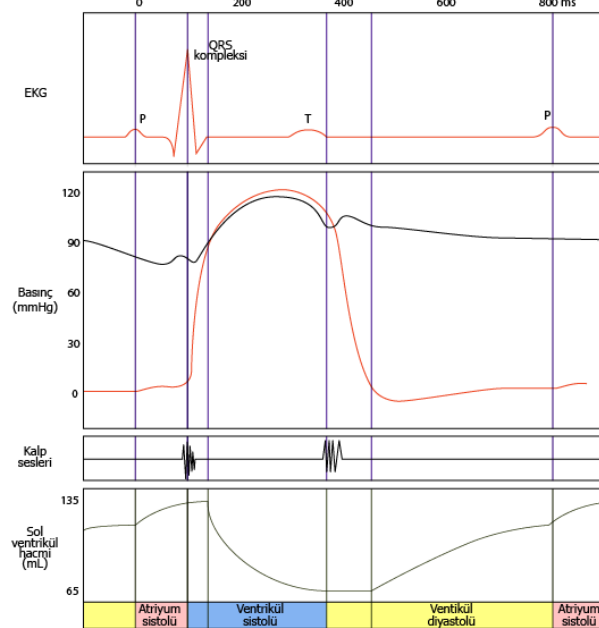
Kalp Döngüsü

Bir kalp döngüsü boyunca kalpte meydana gelen olayların sıralaması Şekil 6'da özetlenmiştir. Ventriküllerin gevşemesi sırasında kan kalbe geri döner. Oksijeni azalmış olan dolaşım kanı sağ atriyuma girer ve orada açık olan AV kapak üzerinden sağ ventriküle akar. Akciğerlerden gelen oksijenlenmiş kan ise sol atriyuma geldikten sonra açık olan AV kapaktan geçerek sol ventriküle dolar. Atriyumların kasılması (atriyum sistolü) ile birlikte ventriküllerin doluşu tamamlanır. Dinleme durumunda atriyumların kasılması ventriküllere dolan kanın yaklaşık %20 kadarını sağlar. Atriyumların kasılmasını ventriküllerin kasılması (ventrikül sistolü) izler. Başlangıçta, ventriküller kasılmaya başladığı zaman ventriküllerin iç basıncı artarak arterlerdeki basıncı geçer. Bu basınç farkı AV kapakların kapanmasına sebep olur. Fakat sol ventrikülün iç basıncı aort basıncını geçmeden, (ve aynı zamanda sağ ventrikül basıncı pulmoner arter basıncını aşmadan) ventriküllerde bir hacim değişimi olmaz. Bundan dolayı ventrikül kasılmasının bu dönemine "eş-hacimli (izovolumetrik) kasılma" adı verilir. Son olarak sol ventriküldeki basınç aort basıncını ve sağ ventriküldeki basınç da pulmoner arter basıncını aştığında, aort ve pulmoner arterlerin girişindeki semilunar kapaklar açılır ve kan aort ve pulmoner artere boşaltılır. Ventrikül sistolü sonrasında ventrikül kasları gevşerken, ventriküller içindeki basınç aort ve pulmoner arter basınçlarının altına düşer ve böylece aort ve pulmoner arter kapakçıkları kapanır. Ventriküllerin iç basıncı düşmeye devam eder ve sonuçta ventriküllerin içindeki basınç atriumlardaki basıncın altına düştüğünde AV kapaklar açılır ve tekrar ventrikül doluşu başlar.



Şekil 6. Bir kalp döngüsü.

Bazı parametrelerin bir kalp döngüsünde nasıl değiştiğini başarılı bir şekilde birlikte gösteren ünlü şekil Wiggers tarafından çizilmiştir. Bu şeklin uyarlanmış bir versiyonunu Şekil 7'de görebilirsiniz. Bu şekil sayesinde farklı parametrelerin zamansal ilişkilerini açık bir biçimde izleyebilirsiniz.



Şekil 7. Wiggers diyagramı.

