

EKG Dersi

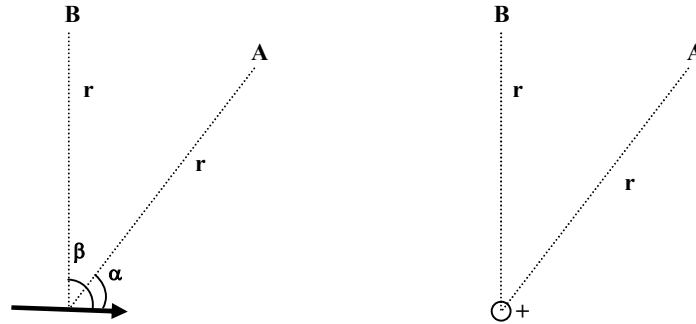
1- Elektriksel Dipol Kavramı ve Kalp Dipolünün Oluşması.

- Elektriksel dipol (*Di pol*; çift kutuplu) terimi aralarında belirli (sabit) bir mesafe olan, eşit ama zıt işaretli elektrik yüküne sahip iki parçadan oluşan sistemler için kullanılır.



Şekil 1. A. Şematik bir dipol. Artı ve eksi yüklerin değeri birbirine eşittir. B. Aynı dipolün bir vektör olarak gösterimi. Vektörün uzunluğu potansiyel farkının büyüklüğüne bağlıdır ve vektörün ucu yüksek potansiyeli gösterir ('+' ucu).

- Dipolün önemli bir özelliği net elektrik yükünün sıfır olmasına karşılık çevresinde bir elektrik potansiyel yaratabilmesidir. Ancak bu elektrik potansiyelin değeri artı ya da eksi yüklü bir kürenin çevresinde oluşturduğu elektrik potansiyelden farklı olarak dipol şiddetine ve uzaklığa ek olarak dipolün aksı ile olan açığa da bağlıdır (Şekil 2).



Şekil 2. (Sol) Her iki noktanın dipole olan uzaklığı "r" aynı olmasına rağmen A noktasında ölçülen potansiyel B noktasında ölçülen potansiyelden farklıdır (α,β açılarının farklı olması nedeni ile). (Sağ) Buna karşın "+" yüklü kürenin kendisine eşit uzaklıktaki A ve B noktalarında yarattığı elektrik potansiyeller eşittir.

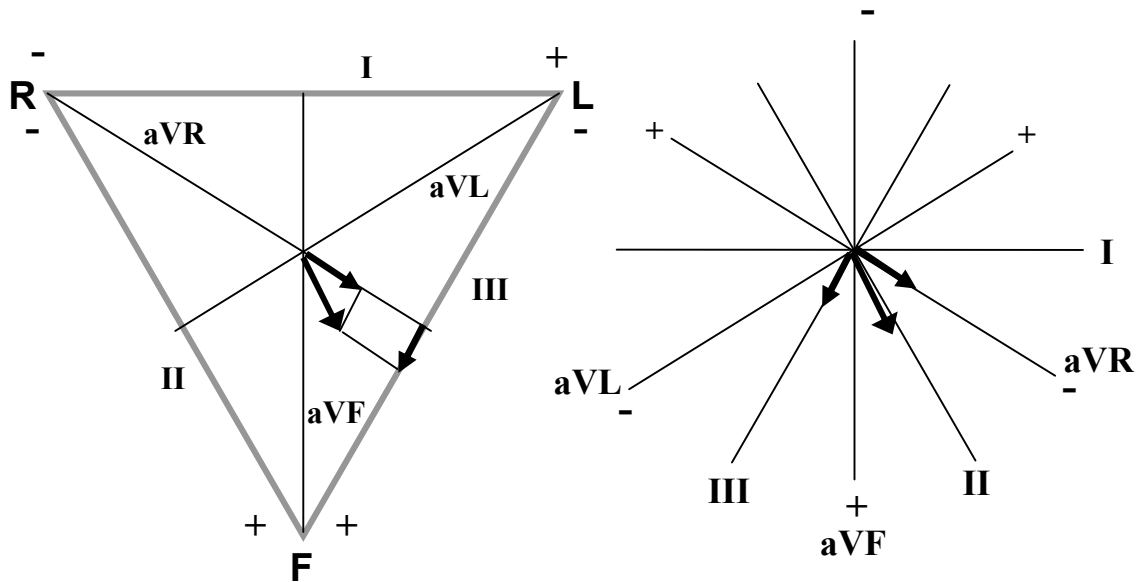
(Soru: Net elektrik yükünün sıfır olmasına rağmen dipol nasıl olupta bir elektrik potansiyel oluşturabilmektedir?)

- Aralarında bir potansiyel farkı olan iki uzay noktasında sanki bir dipol varmış gibi düşünülebilir ve çevresinde oluşturduğu elektrik potansiyel tam olarak hesaplanabilir. Buna dayanılarak kalp dokusunda depolarize olan hücreler ile hemen yanlarındaki polarize (dinlenme potansiyeline sahip) hücreler arasında bir elektriksel dipol varmış gibi düşünülür ve kalbe uzak bir noktadan (örneğin bileklerden) bu dipolün yarattığı elektriksel potansiyel ölçülür. EKG de ölçülen potansiyel değişimlerinin kaynağı işte bu dipoldür ve bu dipolü gösteren vektöre **kalbin elektriksel dipol vektörü** denir (kısaca **kalp vektörü**).
- **Kalp vektörünün yönü depolarize dokudan polarize (dinlenme durumundaki) dokuya doğrudur.** Bir dipol oluşması için dokunun içinde bir potansiyel farkının varlığı gerekir, tümü ile depolarize olan yada tümü ile polarize durumda olan bir dokuda

dipol oluşamaz. Dolayısı ile **dipol kalpte sadece depolarizasyon dalgasının yayıldığı cephe üzerinde oluşur. Kalp vektörünün yönü ve büyüklüğü sabit değildir** her kalp atımında kalp dokusunda yayılan depolarizasyon dalgasının yayılma şekline ve geometrisine bağlı olarak değişir. Bu değişen vektörün yarattığı EKG potansiyelleri de değişerek her kalp atımında tekrarlayan EKG desenini oluşturur.

2- Einthoven Üçgeni.

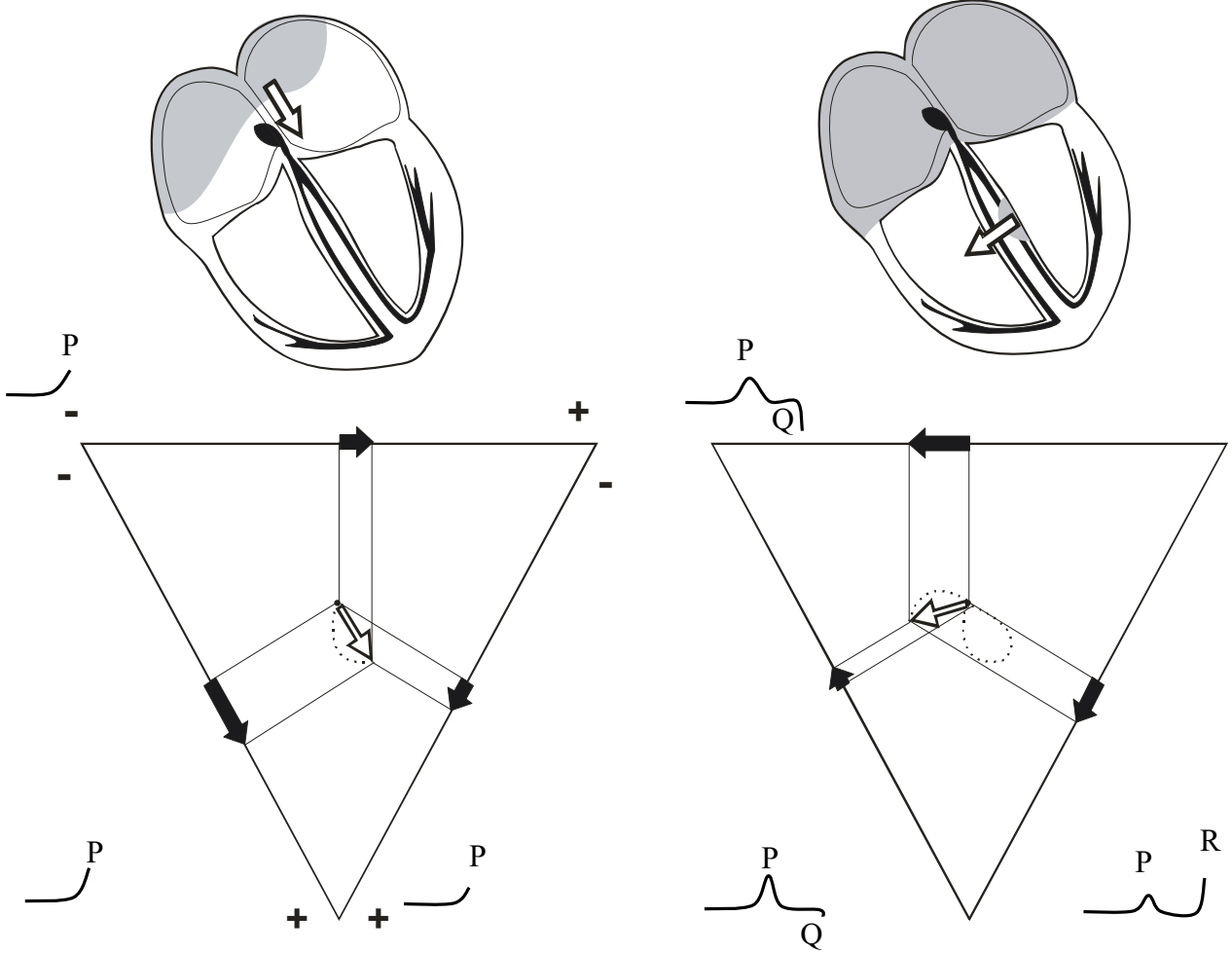
- Einthoven üçgeni sol bilek, sağ bilek ve sağ ayağın oluşturduğu düşünülen ve ortasında kalbin bulunduğu teorik eşkenar üçgendir. Bu üçgen kol bilekleri ve ayağa bağlanan elektrotlardan elde edilen potansiyel ölçümleri ile kalp vektörünün yön ve büyüklüğü arasındaki ilişkinin anlaşılması için kullanılır.
- EKG elektrotlarında I, II, III derivasyonlarda ölçülen potansiyeller Einthoven üçgeninin merkezine yerleştirilen **kalp vektörünün üçgenin kenarlarına yaptığı iz düşümün büyüklüğü ile doğru orantılıdır.**
- **Eğer vektörün iz düşümü artı kutuplu elektroda doğru ise o derivasyonda artı, ters yönlü ise eksi potansiyel ölçülecektir.**
- Şekil 3 de I, II, III, aVF, aVL, aVR derivasyonlarından ölçülen potansiyellerin kalp dipolünün hangi iz düşümleri ile ilişkili olduğu gösterilmektedir. Örnek olarak “III” ve “aVR” derivasyonlarına olan vektör iz düşümleri gösterilmiştir. Yukarıda açıklandığı gibi III derivasyonda “artı”, aVR derivasyonunda ise “eksi” potansiyel gözlenecektir. Ayrıca şekilde elektrot kutuplarının standart EKG de nasıl bağlandığı da gösterilmektedir. R = Sağ kol, L = Sol kol, F = ayak.



Şekil 3. Kalp vektörünün belirlenmiş derivasyon aksları üzerine iz düşümlerinin Einthoven üçgeni üzerinde gösterimi. Sağdaki gösterim aynı durumun derivasyon akslarının orta noktalarının merkezde birleştirildiği standart gösterimdir. Kalp vektörü ve örnek olarak vektörün “III” ve “aVR” derivasyon akslarındaki iz düşümleri gösterilmiştir.

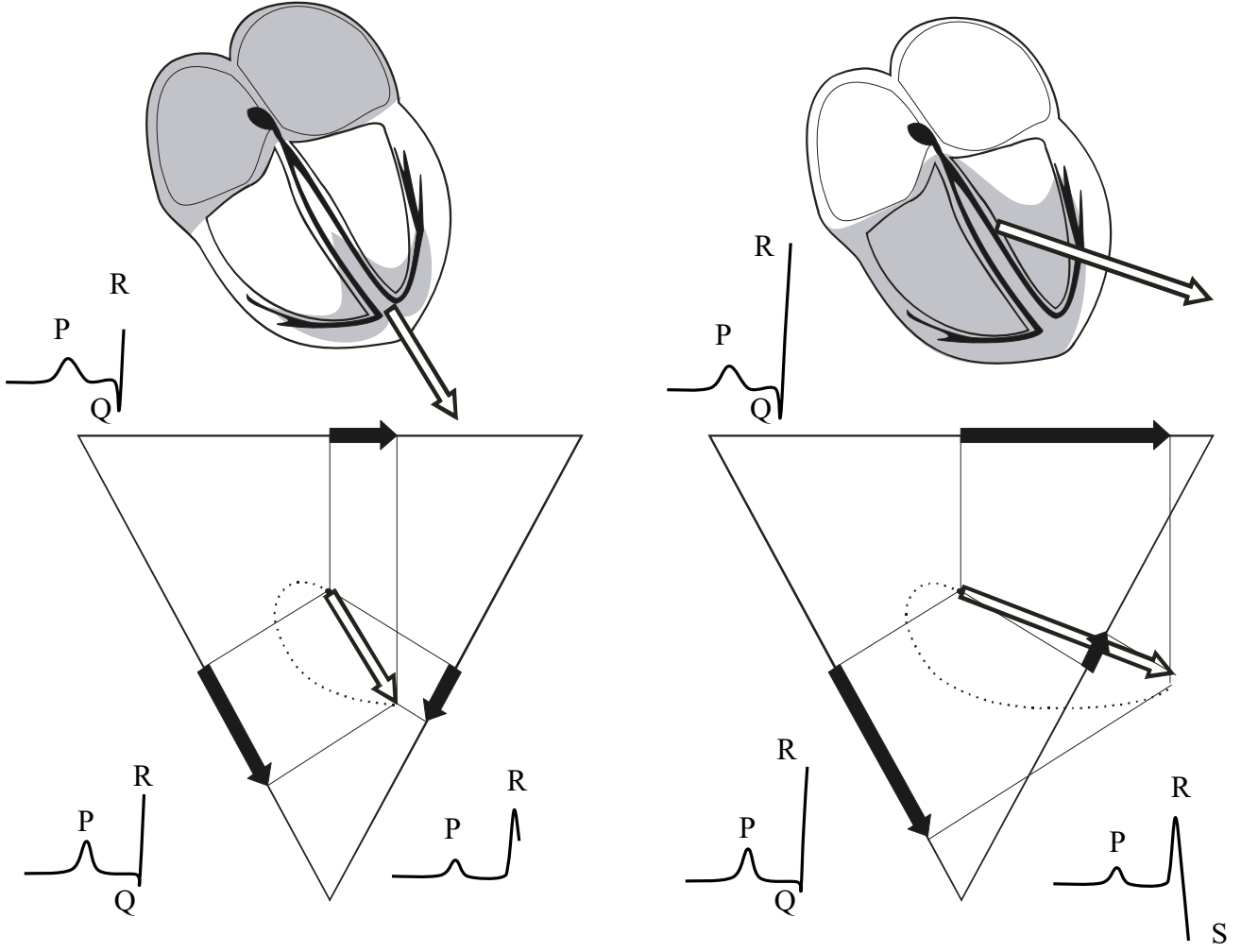
3. Kalp çevrimi (siklus) sırasında kalp vektörünün büyüklük ve yöneliminin değişimi ve bunun EKG ye yansması. (Sadece I, II, III derivasyonlar gösterilmiştir)

1



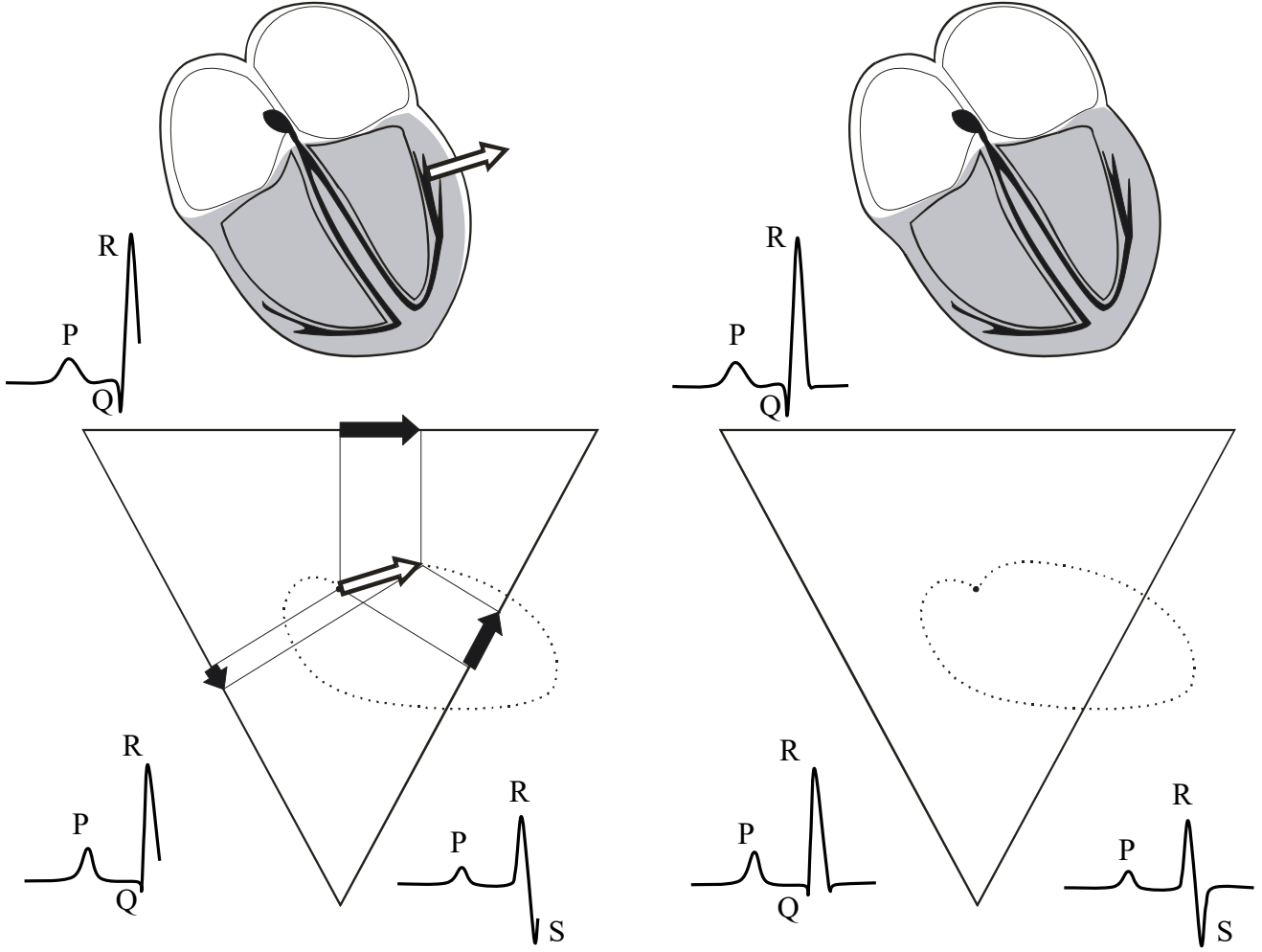
1. Atrium depolarizasyonu sırasında kalp vektörünün yönelimi ve bu dipolün I, II, III derivasyonlardan kaydedilen potansiyellerle orantılı olan iz düşümleri gösterilmektedir. Gri alanlar depolarize olmuş kalp dokusunu temsil etmektedir. Noktalı çizgi kalp vektörünün uç kısmının hareket yönünü göstermektedir. Küçük kapalı eğri atrium depolarizasyonu sırasında kalp dipolünün yaptığı tüm hareketi göstermektedir. Hareket saat yönünün tersinedir. Vektörün bu hareketi EKG de **P dalgasının** oluşumuna neden olur. Atrium depolarizasyonunu takiben uyarı AV düğümünden ventriküle geçer. Ventrikülde ilk uyarılan bölge septumdur. Uyarı (yani depolarizasyon dalgası) ilk olarak septumda soldan sağa doğru ilerler.

2

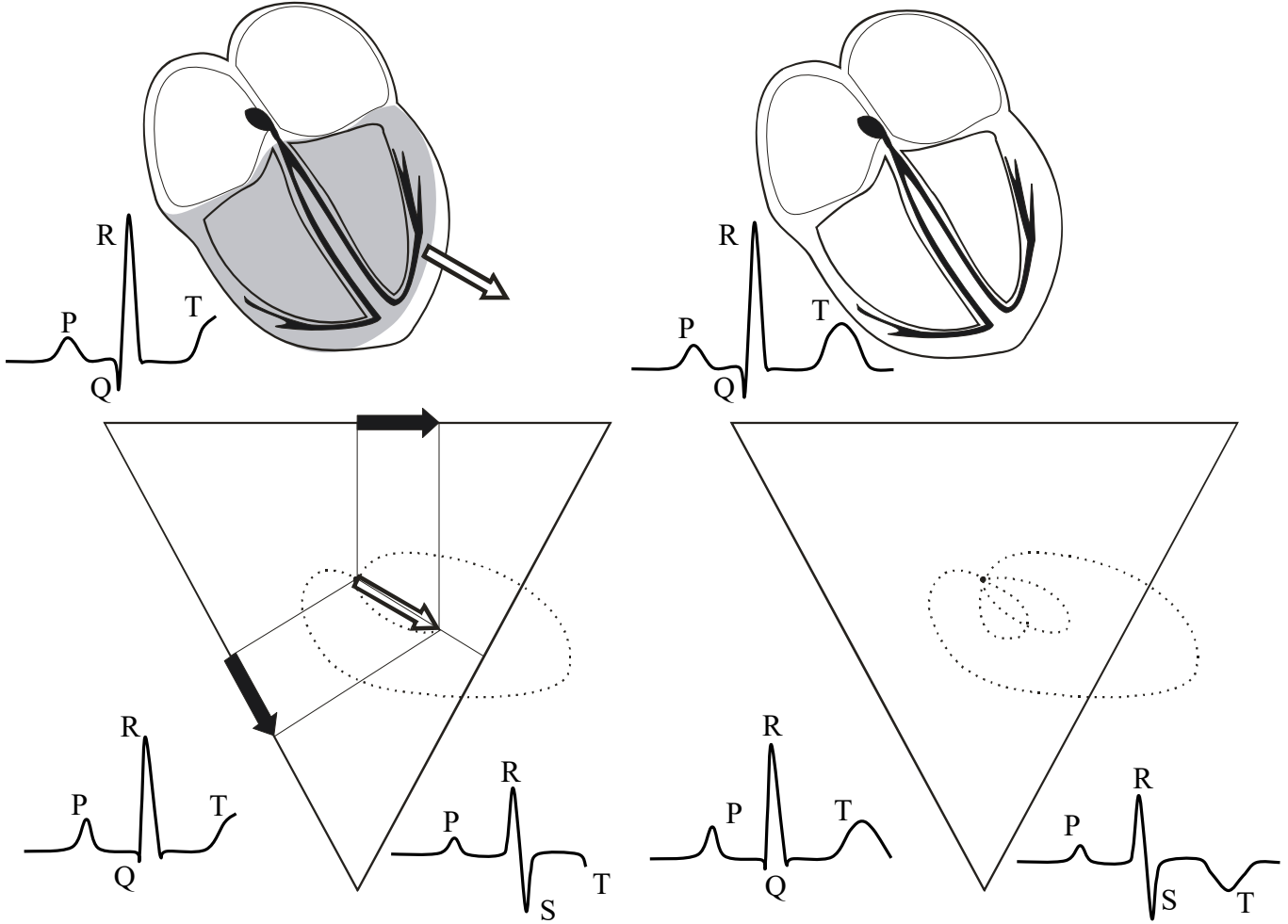


2. Daha sonra depolarizasyon dalgası apexe doğru yayılır, buradan sağ ve sol ventriküle doğru yayılmasına devan eder (His Purkinje sistemini takip ederek). Bu yayılma EKG de QRS kompleksinin başlangıcını oluşturur. Depolarizasyon sağ ventrikülde tamamen yayılıp yayılmasını bittiği anda sol ventrikülde halen yayılmaya devam etmektedir (bu sol ventrikülün büyüklüğünün sağa göre daha fazla olması nedeni ile olur). Bu olgu kalp vektörünün bu anda sola doğru yönelmesinin nedenidir.

3



3 Sol ventrikülün depolarizasyonu en son sol dış duvarın depolarize olması ile sonlanır Bu durumda kalp vektörü boyca küçülmüş ve tamamen sola dönmüş durumdadır. Her iki ventrikülün depolarize olması sonucu kalbin üzerinde farklı potansiyeller taşıyan noktalar ortadan kalkar ve kalp dipolü oluşmaz, bu süre boyunca tüm derivasyonlarda "0" potansiyel okunur (QRS T aralığı). Şekildeki noktalı çizgi kalp dipolünün uç kısmının ventriküler depolarizasyon sırasında yaptığı tüm hareketi göstermektedir. Hareket saat yönünün ters önündedir. Bu hareket sonucu oluşan iz düşümler EKG de **QRS dalgasını** oluşturur.



4. Depolarizasyonun bitmesinden bir süre sonra repolarizasyon dalgası oluşmaya başlar. Burada kalp hücreleri depolarizasyonlarını tamamlayarak repolarize olmaktadır. Bu durumda da kalp vektörünün yönü depolarize hücrelerden depolarize hücrelere doğrudur. Burada önemli bir nokta repolarizasyon dalgası beklenenin aksine sol ventrikül duvarının dış kısmından başlar ve içeriye doğru yayılır. Bu repolarizasyon dalgasının yayılması sonucu oluşan vektörün iz düşümleri ise **T dalgasını** oluşturur. T vektörünün hareketi noktalı çizgi ile gösterilen orta boydaki kapalı şekildeki gibidir ve hareketi saat yönünün tersinedir. Repolarizasyon bittikten sonra SA düğümünden yeni bir uyarı çıkıncaya kadar kalp vektörü "0" değerdedir.

Prof. Dr. Mehmet Uğur.
A.Ü.T.F Biyofizik ABD.
2007

Kaynaklar

- 1- **Bioelectromagnetism. Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields.** Jaakko Malmivuo, Robert Plonsey. Oxford University Press. 1995.
- 2- **Biyofizik.** Ferit Pehlivan. Hacettepe-Taş Kitapçılık. 1997.