

EKG'de Kalbin Elektriksel Aksının Fiziksel Yöntemlerle Hesaplanması: (x)

Dr. Yusuf CANER (xx)

ÖZET :

Klinikte kalbin fonksiyonlarının araştırılmasında elektriksel AKS'ın önemli bir yeri vardır. Zira her hangi bir aks deviationunun olup olmadığı ancak, kalbin elektriksel aksının bilinmesi ile mümkündür. Bu sebeple aşağıdaki çalışmada kalbin elektriksel aksının EKG de kaydedilen QRS kompleksi için kolayca hesaplanmasını sağlayan:

$$\Phi = \tan^{-1} \{ [D_{II} + D_{III}] / (\sqrt{3}) \cdot D_I \}, \quad \{Y. CANER\}, \quad \{\text{denk. 25}\}$$

şeklinde bir trigonometrik formül bulundu. Burada: Φ kalbin elektrik ikikutup moment vektörü ile pozitif D_I , (xxx) doğrultusu arasındaki açıdır. D_I , D_{II} ve D_{III} ise standart ekstremite derivasyonlarıdır. Bu formülün çıkarılmasında ve kalbi bir elektrik ikikutup olarak dikkate alabilmek için gerekli bazı şartlar da tesbit edildi.

Giriş ve Teori :

Devamlı çalışan bir kalb yaklaşık olarak bir elektrik ikikutup gibi değerlendirmeye tabi tutabilir mi? Bu soruya cevap verebilmek için önce bir (+q) -nokta yükün çevresinde meydana getirebileceği elektrik alanında, bir noktadaki, potansiyelin hesaplanması gerekir.

Bilindiği gibi; Küresel yük dağılımına sahip bir yük kaynağının veya (+q) nokta yükünün çevresindeki elektrik alanı:

$$E = k (+q) \cdot e_r / r^2 \quad \text{dir (1).} \quad , \{\text{denk. 1}\}$$

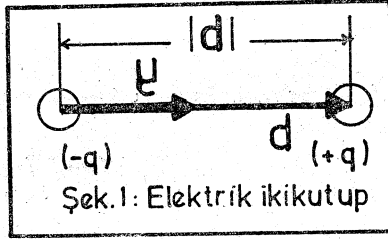
(x) : Bu makale orjinal bildiri olarak, I. Ulusal Biyofizik Kongresinde, 29-30 Eylül 1986, İstanbul Tıp Fakültesinde özetlenerek Tebliğ edildi.

(xx) : Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Başkanı ve Doçenti, 1988, Erzurum,

→

(xxx) : Bir harf: D_I ; ($\mu \equiv m$); A; E gibi Bold yazılmışsa bir vektörel veya yönlü karakteri gösterdiği dikkate alınmalıdır.

Burada: E elektrik alan şiddeti vektörü, $k=1/4\pi\epsilon_0$ ve ϵ_0 boşluğun elektrik alan sabiti, değeri ise: $\epsilon_0=8,8541878 \times 10^{-12}$ As/Vm., r kaynakla gözlem noktası arasındaki mesafe, e_r ise r doğrultusunda birim vektördür.

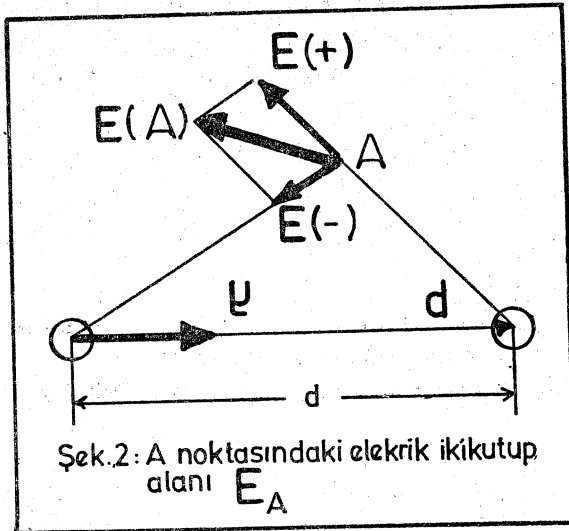


Şimdi elimizde eşit miktarda ve zıt işaretli iki nokta yükümüz olsun. $(-q)$, $(+q)$; Bu yükler Şek. 1:deki gibi aralarında belirli bir d mesafesi bırakacak şekilde bir sistem oluştursunlar. Meydana gelen bu sisteme "elektrik İKİKUTUP" adını vereceğiz, ($\vec{\mu} \equiv m$).

Böyle bir **elektrik ikikutup**'un elektrik etkileşmesi, bir elektrik ikikutup moment vektörü yardımı ile incelenir, (1,2,3). Söz konusu bu elektrik ikikutup moment vektörünün yönü daima negatif yükten, pozitif yüke doğrudur. Doğrultusu iki yükün yük merkezlerini birleştiren doğru boyunca ve değeri ise; İki yük arasındaki mesafe vektörü ile verilir ve:

$$m = qd, \quad \text{, {denk. 2}}$$

bağıntısıyla tanımlanır. Bu tanımdaki m : elektrik ikikutup moment vektörüdür. Böyle bir elektrik ikikutup civarında kurulan alana: **Elektrik ikikutup alanı** adı verilir (1,2,3).



Şek. 2: yi dikkate alalım. (+q) yükünün A noktasında meydana getirdiği alan $E(+)$ ve (-q) yükünün ise $E(-)$ olsun. Bir q noktasal yükün civarında meydana gelen alan merkezci alandır ve hep yarıçap doğrultusunda yönelir, (1,2,3). O halde; Negatif yükün alanı merkeze, pozitif yükün alanı ise, merkezden uzaklaşacak yöndedir. Bu sistemi oluşturan elektrik ikikutup alanı, $(E(A))$, ise; Bu iki alanın vektörel toplamına eşittir:

$$E(A) = E(+) + E(-) \quad \text{olarak elde edilir.} \quad , \{ \text{denk. 3} \}$$

EKG'de kalbin vücut yüzeyindeki çeşitli noktalarda, (ekstremiteler v. b.), meydana getirdiği elektrik potansiyel farkları kayıt edildiğinden; Yapılması gereken: Bu potansiyel farklarının fiziksel yöntemlerle hesaplanmasıdır.

Bilindiği gibi bir q nokta yüküne bir E elektrik alanında:

$$F = q.E \quad \text{elektrik kuvveti etkir.} \quad , \{ \text{denk. 4} \}$$

Şimdi bu F kuvvetinin çok küçük bir Δr yerdeğiştirme vektörü boyunca sabit kaldığını kabul ederek F kuvvetinin yapacağı fiziksel işi bulalım. Ancak yer değiştirme çok küçük olduğundan yapılan iş te çok küçük olacaktır, ΔW . Fiziksel iş $= \Delta W \equiv F. \Delta r$ şeklinde skaler çarpımla tanımlanır. (denk, 4) le beraber:

$$\Delta W \equiv F. \Delta r = q.E. \Delta r = q.E. \Delta r. \cos(E; \Delta r) \quad , \{ \text{denk. 5} \}$$

olarak elde edilir. Uygulanan kuvvetle yerdeğiştirme vektörü aynı yönde olduğunda E elektrik alanında yapılan iş pozitif çıkar. Potansiyel enerjideki azalma miktarı ise:

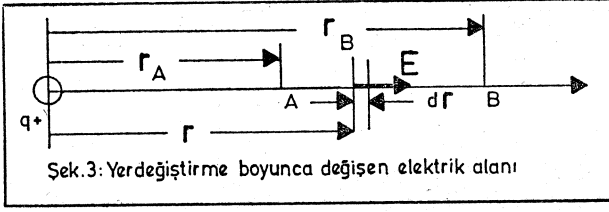
$$\Delta E_p = -\Delta W = -q.E. \Delta r. \cos(E; \Delta r) \quad \text{olur.} \quad , \{ \text{denk. 6} \}$$

Eğer bu {denk. 6} dan birim yük başına potansiyel enerjinin değişimi hesaplanmak istenilirse; yapılması gereken eşitliğin her iki tarafını q'ye bölmek lazımdır. O halde:

$$\Delta E_p/q = -\Delta W/q = -E. \Delta r. \cos(E; \Delta r) \equiv \Delta V \quad , \{ \text{denk. 7} \}$$

Bu {denk. 7} ile tanımlanan ΔV ye Δr yer değişmesi ile belirlenen noktalar arasındaki potansiyel farkı denir ve MKSA birim sisteminde (SI), birimi J/As. veya kısaca voltur.

Eğer E elektrik alan şiddeti vektörü bir r yerdeğiştirmesi boyunca sabit kalmazsa, (Kalb elektrik ikikutup alanında olduğu gibi), fiziksel işi hesaplayabilmek için: Önce r yerdeğiştirme çok küçük Δr_i ($i=1,2,3,\dots,n$) yerdeğiştirmelere ayrılır. her bir Δr deki işler bulunur. Yani bu şartlar altında toplam iş integral alarak hesaplanır. Şek. 3: yardımı ile böyle bir integral kolayca alınır. {denk. 7} ve {denk. 1} den:



$dV = - E \cdot dr = - kq (dr/r^2)$, Şek. 3: e uygun integral işlemi yapılırsa:

$$V_{AB} = kq(1/r_A - 1/r_B) \quad , \{ \text{denk. 8} \}$$

elde edilir.

Eğer B noktasını sonsuzda kabul edersek: $r_B \rightarrow \infty$ için: $(1/r_B = 0)$ olacağından, {denk. 8} den:

$$V_A \infty = kq \cdot (1/r_A) = V_A \equiv kq \cdot (1/r_A) \quad , \{ \text{renk, 9} \}$$

olarak elde edilir. Bu {denk. 9} bağıntısı bir noktanın sonsuza göre potansiyelini verir. O halde genel olarak merkezci bir elektrik alanında bir noktanın, r , potansiyeli:

$$V_A = kq/r \quad , \{ \text{denk. 10} \}$$

bağıntısı ile belirlenir. Bu {denk, 10} bağıntısına, **merkezci alanın potansiyel fonksiyonu** denir, (1,2,3). q 'nün işaretine bağlı olarak potansiyelin de işareti değişir.

Şimdi bu genel merkezci alanın potansiyel fonksiyonu yardımı ile, $m = qd$ ile tanımladığımız, {denk. 2}, elektrik ikikutupun bilahere tanımlıyacağımız, $F;L;R$ noktalarındaki potansiyellerinin değerlerini bulalım. Söz konusu elektrik ikikutupu oluşturan $(+q)$ ve $(-q)$ yüklerinin potansiyelleri sıra ile: $V(+)$ ve $V(-)$ olsun. O halde bir F noktası için:

$$V_F (+) = kq/r(+) \text{ ve } V_F (-) = - kq/r(-) \quad , \{ \text{denk. 11} \}$$

ve her iki yükün F deki potansiyellerinin toplamı:

$$V_F = V_F(+) + V_F(-) = kq[1/r(+) - 1/r(-)] \quad , \{ \text{denk. 12} \}$$

olarak elde edilir.

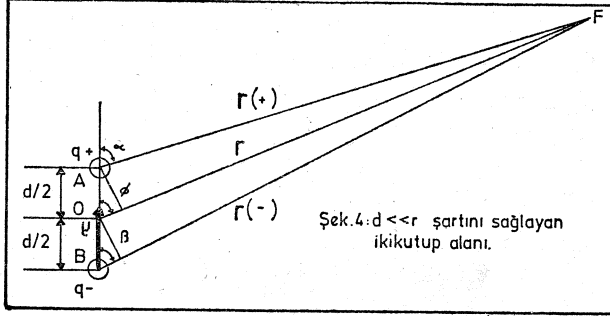
Elektrik ikikutup alanında potansiyelleri eşit olan noktaların meydana getirdiği geometrik yüzeylere "EŞPOTANSİYEL YÜZEYLERİ" denir, (Bir nokta yükün eşpotansiyel yüzeyleri küre yüzeyleridir).

{denk. 12} deki V_F potansiyel fonksiyonunu; $d \ll r$ şartını sağlayan elektrik ikikutuptan çok uzak $F;L;R$ noktaları için hesaplanırsa: Şek. 4: ten de kolayca

görülebileceği gibi; r ikikutup merkezini, $r(+)$; $(+q)$ yükünü ve $r(-)$ de $(-q)$ yükünü gözlem noktasına birleştiren mesafelerdir, $(d \ll r)$ olduğunda: $r(-)$ paralel r' 'ye o da paralel $r(+)$ 'ya olur. Bu ise:

$\alpha \approx \beta \approx \Phi$ sonucunu doğurur.

Bu şartlar altında şek. 4: ten:



$$r(+)=r-(d/2) \cdot \cos \Phi$$

$$r(-)=r+(d/2) \cdot \cos \Phi$$

, {denk. 13}

olduğu görülür. Bu {denk. 13} değeri {denk. 12} de yerlerine konulup gerekli işlemler yapıldığında, $[(d/r)^2]$ sıfıra yaklaşacağından: $(r \gg d)$]:

$$V_F = k q \cos \Phi / r^2; (\mu = qd)$$

, {denk. 14}

elde edilir. Bu {denk. 14} bağıntısındaki $\mu \cdot \cos \Phi$; Φ doğrultusundaki elektrik ikikutup moment vektörünün iz düşümüdür. O halde bu bağıntı, gözlem noktasının potansiyelinin elektrik ikikutup moment vektörünün Φ doğrultusundaki iz düşümü ile orantılı olacağını gösterir ve kalbin elektrik aksının hesaplanmasında büyük önemi vardır.

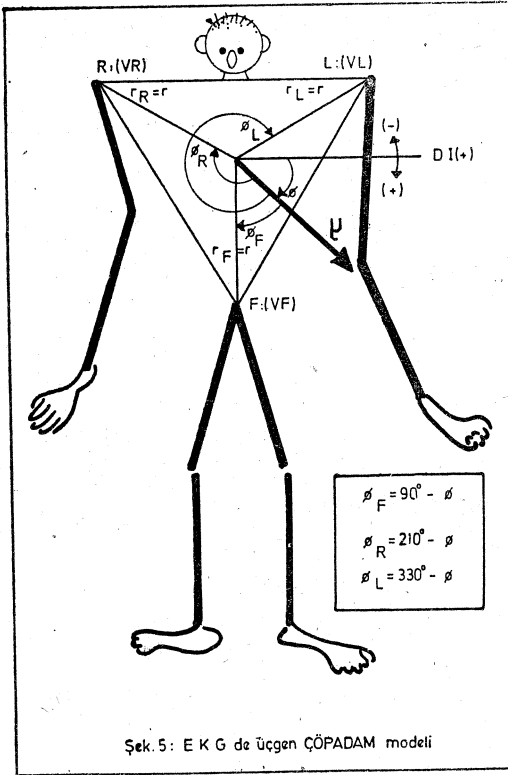
EKG'nin değerlendirilmesinde kalbi elektrik ikikutup olarak işleme tabi tutmak ve kalb elektrik ikikutup moment vektörünün hesaplanabilen alan dağılımını kullanabilmek için; Yapılması gerekenler:

- xxxx). Homogen iletkenliğe sahip büyük bir göğüs kafesi içinde, çok küçük bir kalb olduğu kabul edilir, $(r \ll d)$.
- xxxx). EKG kaydı anında kişinin sakin ve düzgün yattığı ve böylece kalbin elektrik ekseninin vücut yüzeyinde olduğu düşünülür.
- xxxx). Kayıt elektrodları ekstremitelerin kalsız bilek bölgelerine bağlanır. Kol ve bacaklar iletken teller gibi kabul edilir.
- xxxx). Yukarıdaki yaklaşımlarla beraber, normal insanda omuz eklemleri ile, (L=sol ; R=sag), bacak-karın eklemleri, (F=sol bacak), eşkenar üçgen meydana getirdiği dikkate alınır.

xxxx). Kalbin fizyolojik konumu göğüs kafesinin biraz solundadır. İşlemleri kolaylaştırmak için: FLR eşkenar üçgeninin merkezindeymiş gibi işleme tabi tutulur.

Bütün bu yaklaşımlardan sonra, (DİKKAT: Bu kolaylaştırıcı kabullerin sonucu fazla etkilemediği görülecektir)., bir insanda geriye kalan şek. 5: teki FLR üçgeninin oluşturduğu "DÜZLEM ÇÖP ADAM"dır, (3).

Buradan: bir kalb için bu FLR eşkenar üçgeninin ikişer ikişer karşılıklı köşeleri arasındaki potansiyel farkları kolayca hesaplanabilir. Bu potansiyel farkları m kalb elektrik ikikutup moment vektörünün FLR üçgeninin kenarları üzerindeki iz düşümleri ile orantılıdır ve EKG'nin değerlendirilmesinde anlamlıdır.



Şimdi; {den. 14}'le verilen bağıntıda, bu üçgen ÇÖPADAM'ın, F (solbacak) L (sol kol) ve R (sağ kol), noktalarındaki potansiyeller, sıra ile : V_F ; V_L ; V_R ile ifade edilsin, (Dikkat:«d buna göre; $r_F = r_L = r_R = r$ dir). O halde bu ifadeler sadece bir uzaklığın, r , fonksiyonu olacaklardır. Söz konusu potansiyeller; sisteme uygun türetilen bir eksen sistemine göre hesaplanacaktır. Şöyleki: Şek. 5:teki eşkenar üçgenin O merkezinden, (kenar orta dikmelerin kesim noktası), R_L

kenarına, (R den L ye doğru olan yön pozitif olmak üzere), bir paralel yarı doğru çizilmiştir. Bu yarı doğru özel olarak "D_I" ile adlandırıldı. Yine bu D_I doğrultusu ile kalbin **m** elektrik ikikutup moment vektörü arasındaki açı Φ olarak seçildi. Aynı şekilde kalbi köşelere birleştiren doğrultularla, (OF; OL; OR), **m** arasındaki açılar sıra ile: Φ_F ; Φ_L ; Φ_R ile tanımlandı. (Şek. 5). D_I den hareketle saat ibrelerinin hareket yönündeki açılar pozitif, tersi negatif olarak seçildi. Bunlara göre şek. 5: ten:

$$\Phi_F = 90^\circ - \Phi ; (\Phi + \Phi_F = 90^\circ)$$

$$\Phi_L = 330^\circ - \Phi$$

$$\Phi_R = 210^\circ - \Phi$$

, {denk. 15}

olduğu üçgenin özelliklerinden kolayca görülür. Diğer taraftan:

$$\sin 210^\circ = -1/2 ; \cos 210^\circ = -(\sqrt{3})/2$$

$$\sin 330^\circ = -1/2 ; \cos 330^\circ = +(\sqrt{3})/2$$

dir.

, {denk. 16}

Bağıntı {denk. 14} deki; $(k\mu/r^2) \equiv V_o$ olarak tanımlayalım.

Bu şartlar altında:

$$V_F = V_o \cos \Phi_F = V_o \cdot \cos (90^\circ - \Phi) = V_o \cdot \sin \Phi$$

, {denk. 17}

$$V_L = V_o \cos \Phi_L = V_o \cdot \cos (330^\circ - \Phi)$$

$$= V_o \{ [(\sqrt{3})/2] \cdot \cos \Phi - (1/2) \cdot \sin \Phi \}$$

, {denk. 18}

$$V_R = V_o \cos \Phi_R = V_o \cdot \cos (310^\circ - \Phi)$$

$$= V_o \{ [(-\sqrt{3})/2] \cdot \cos \Phi - (1/2) \cdot \sin \Phi \}$$

, {denk. 19}

olarak elde edilirler. Bulunan bu {denk. 17; 18; 19} potansiyelleri ifadesinden: F;L ve R köşeleri arasındaki potansiyel farkları kolayca hesaplanır. Bunun için önce aşağıdaki tanımlar yapılmaktadır:

$$1). D_I \equiv (V_L - V_R)$$

$$2). D_{II} \equiv (V_F - V_R)$$

$$3). D_{III} \equiv (V_F - V_L)$$

ifade etsinler.

, {denk. 20}.

Tanımladığımız bu {denk. 20} ifadesinde; {den. 17;18;19} değerleri yerlerine konulup gereken tüm işlemler yapıldığında:

$$D_I = V_o \{ (\sqrt{3}) \cdot \cos \Phi \}$$

$$D_{II} = V_o \{ (3/2) \cdot \sin \Phi + [(\sqrt{3})/2] \cdot \cos \Phi \}$$

$$D_{III} = V_o \{ (3/2) \cdot \sin \Phi - [(\sqrt{3})/2] \cdot \cos \Phi \}$$

, {denk. 21}

ifadeleri elde edilir. Bu {denk. 21}'le tanımlanan D_I, D_{II} ve D_{III} büyüklüklerine "STANDART EKSTREMİTE DERİVASYONLARI" adı verilmektedir, (4,5,6,7).

SONUÇLAR :

1) — {DENK. 21} bağıntılarından çıkarılacak **İLK SONUÇ**:

$$D_{II} = D_I + D_{III} \quad , \text{{denk. 22}}$$

BAĞINTISININ her türlü şartlar altında geçerli olduğudur. (Bu gerçek {denk. 21} den; D_I , D_{II} ve D_{III} değerleri alınıp {denk. 22} de yerlerine konulursa hiç bir sınırlamaya gerek kalmadan ispatlanmış olur).

Görüldüğü gibi standart ekstremite derivasyonlarından *sadece* " D_{II} " diğer, iki; D_I ve D_{III} 'nün cebrik *toplamlarına eşittir*. Bu hususa çok dikkat etmek gerekir. Zira bazı kitaplarda yanlış yorumlamaktadır. (Belkide tercüme hatası), (8). Bu kitabın ilgili bölümünde aynen şöyle denilmektedir:

"Eğer üç standart elektrokardiograf derivasyonlarından herhangi ikisinin elektrik potansiyelleri bilinirse, üçüncüsü bu iki kotansiyeli basitce toplamak suretiyle matematek olarak bulunabilir."

Böyle bir ifade tam değildir. Çünkü eksiktir, Biz bunun böyle olmadığını yukarıda göstermiş bulunuyoruz, (dek. 22). Bu hal tektir. Diğer durumlar yanlış. Mesela; $D_{III} : D_I$ ve D_{II} nin toplamına hiç bir zaman eşit olamaz. Bulunan bu sonuç pek tabiki hasta veya sıhhatli bir kalb için de geçerlidir.

2) İKİNCİ SONUÇ :

İse çok daha önemlidir ve ilk defa bu çalışma ile tesbit edilmiştir.

Yine {denk. 21}, den; Bu sefer de:

{ $[D_{II} + D_{III}] / D_I$ } oranını teşkil edelim:

$$[D_{II} + D_{III}] = V_o \cdot 3 \cdot \sin \Phi \quad , \text{{denk. 23}}$$

$$D_I = V_o \cdot (\sqrt{3}) \cdot \cos \Phi \quad , \text{{denk. 24}}$$

Şimdi {denk. 23} ü {denk. 24} e bölelim?:

$$\tan \Phi = (D_{II} + D_{III}) / [(\sqrt{3}) \cdot D_I] \text{ veya,}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \{ (D_{II} + D_{III}) / [(\sqrt{3}) \cdot D_I] \} \quad [Y. CANER] \quad , \text{{denk. 25}}$$

Bağıntısını elde ederiz. Bu {denk. 25}; [Y CANER] bağıntısındaki " Φ " açısı baştan beri kullanılan ve özel olarak tariflenen D_I eksenini ile **KALBİN m ELEKTRİK İKİKUTUP** moment vektörü arasındaki açıdır ve bu açının değeri "**KALBİN ELEKTRİK AKSINI**" verir.

Böyöce ilk defa bu çalışma ile klinikte kalbin elektrik aksının fiziksel yöntemlerle kolayca hesaplanmasını sağlayan trigonometrik bir denklem bulunmuş oldu, {denk. 25}.

Eğer bu Φ açasının değeri:

$+0^\circ \leq \Phi \leq +90^\circ$ ise: "NORMAL AKS DEVIATION'undan"

$+90^\circ < \Phi < +180^\circ$ ise: "SAğ AKS DEVIATION'undan"

$-180^\circ \leq \Phi \leq -0^\circ$ ise: "SOL AKS DEVIATION'undan"

bahsedilir, (4,5,6).

GENEL SONUÇ OLARAK :

Standart ekstremite derivasyonları yardımı ile bir kişinin kalbinin elektrik aksının nasıl kolayca hesaplanabileceği, fiziksel yöntemleri kullanarak kullanışlı trigonometrik bir formülle; {denk. 25}, gösterildi.

{denk. 22} bağıntısı bize her üç derivasyonda P dalgasının pozitif olması halinde en büyük P'li derivasyonun D_{II} olacağını da ifade eder.

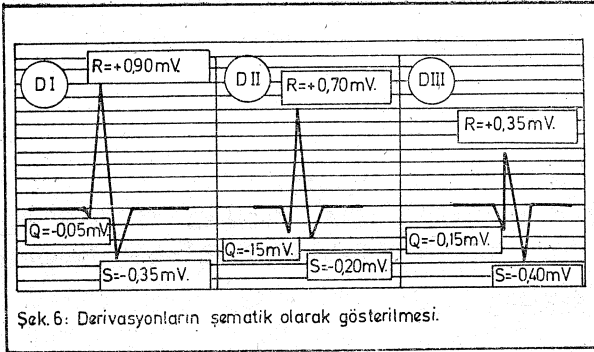
Bir hususu belirtmek gerekmektedir: Farkları ($\pm 180^\circ$) olan açıların tanjantları birbirlerine eşit olduklarından bir yanlışlığa meydan vermemek için seçilen eksen sistemine göre sonucu çizimle kontrol etmek gerekebilir.

Çizim için: eksen sistemimiz şek. 7: deki gibidir: D_I ile saat ibrelerinin hareket yönünde 60° lik açı yapan eksen D_{II} eksenini, yine aynı yönde D_I ile 120° lik açı yapan eksen de D_{III} eksenini olarak seçilmelidir. (Pek tabii negatif değerler zıt yönlerde olacaktır). Kayıt edilen EKG şeritlerinden D_I, D_{II} ve D_{III} değerleri řu şekilde tesbit edilmelidir. Derivasyonlarda çıkan QRS kompleksinin pozitif maksimum değeri ile negatif minimum değeri işaretleri ile beraber cebrik olarak toplanır. Elde edilen pozitif veya negatif değerler şek. 7: deki eksenler üzerinde işaretlenir. Her bir eksene bu değerlerden birer dikme çıkılır. EğER DOğRU OKUNMUŞ ve DOğRU İŞLEM YAPILMIŞSA bu üç dikme bir noktada birbirlerini keserler. (Aksi taktirde işlemler kontrol edilmelidir.). Yapılacak hata en küçük ölçü biriminin yarısından daha büyük olamaz.

İşte seçilen eksen sisteminin başlangıç noktasını bu üç dikmenin kesim noktasına birleştiren vektör "KALB ELEKTRİK İKİKUTUP MOMENT VEKTÖRÜ-DÜR". Bu vektörün D_I eksenini ile yaptığı açının değeri "KALBİN ELEKTRİK AKSİNİN" değerini verir. Bu açı Φ ile tanımlandı. {Y.C; denk. 25}.

BİR ÖRNEK

Şek.6: da misal olarak bir hastadan kayıt edilen derivasyonların şematik gösterilimi ve yine şek. 7: de şek. 6: dan elde edilen değerlerden hesaplanan ve çizimle de doğrulan kalbin elektrik AKSI gösterilmiştir.



D_I: Q = -0,05mV.; D_{II}: Q = -0,15mV.; D_{III}: Q = -0,15mV.
R = +0,90mV. R = +0,70mV. R = +0,35mV.
S = -0,35mV. S = -0,20mV. S = -0,40mV.

$$D_I = (+0,90 - 0,35)mV. \quad D_{II} = (+0,70 - 0,20)mV. \quad D_{III} = (+0,35 - 0,40)mV.$$

$$= +0,55mV. \quad = +0,50mV. \quad = -0,05mV.$$

DİKKAT: D_{II} = D_I + D_{III} midir? [10mm = 1mV.]
= (+0,55 - 0,05)mV. = +0,50mV. (Evet.)

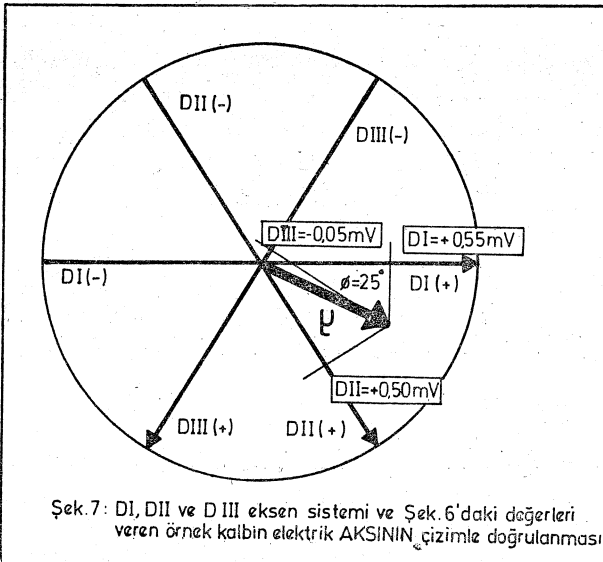
o halde hesaplama işlemlerine geçilebilir. (Değilse kontrol !!!). {denk. 25} ten:

$$\Phi = \tan^{-1} \{(D_{II} + D_{III}) / (\sqrt{3} \cdot D_I)\} \quad \{\text{denk. 25, Y. CANER}\}$$

$$= \tan^{-1} \{(+0,50 - 0,05)mV. / (\sqrt{3} \cdot 0,55mV.)\}$$

$$= \tan^{-1} \{0,4724\} = 25,3^\circ \approx 25,0^\circ$$

olarak bulunur. O halde normal aks deviationu söz konusudur.



SUMMARY:

Calculation of the electrical axis of the heart by physical methods in EKG(x)

The electrical axis of the heart has occupied an important area in the investigating of the functions of the heart in clinics. Because, it is possible only by establishing the electrical axis of the heart that whether any axial deviation is or not. For this reason, in the present study, it was found a trigonometric equation as follows:

$$\Phi = \tan^{-1} \{ [D_{II} + D_{III}] / (\sqrt{3} \cdot D_I) \}, \quad \{Y.CANER\}, \quad \{Eq. 25\}$$

This equation allows us easy to calculate the electrical axis of the heart for QRS complex recorded in EKG, where Φ is an angle between dipole moment vector of the heart and positively D_I direction, also D_I , D_{II} and D_{III} are the derivations of the standart extremities.

Also some necessary circumstances were determined for deriwvating this equation and suggesting the heart as an electrical dipole.

KAYNAKLAR

1. Finkelburg, W, **Einführung in die Atomphysik**, Springer-Yerlag, Berlin. Heidelberg. New York 1967
2. Gobrecht, H., **Bergman-Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band IV**, Walter De Gruyter, Berlin. New York 1975
3. Harten, H.U., **Physik für Mediziner**, Springer-Yerlag, Berlin. Heidelberg. New York 1980
4. Henry, J.L., Marriott, M.D., (çev. Prof. Dr. Özer, A.M.). **Elektrokardiogram**. İzmir Ege Üniv. Tıp Fak. Yayınlar, İzmir 1977
5. Lohmann, W. Hoppe, W. **Biophysik**, Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg. New York 1982
6. Ruch, T.C., Patton, D., **Physiology and Biophysics II**. Saunder Company, Philadelphia. London. Toronto 1974
7. Torunoğlu M., **İntegre Fiiyoloji ve Fizyopatoloji**, Ders Kitabı, A.Ü. Basımevi, Erzurum, 1972
8. Guyton, A.C.(çev. Prof. Dr. Büyüköztürk, K.) **Fizyoloji** cilt 1 Güven Kitapevi Yayınları Ankara, 1977.