

MÜASİR DÖVRDƏ BİOFİZİKANIN İNKİŞAFI VƏ TİBBDƏ TƏTBİQİ. ELEKTROKARDİOQRAMMA CİHAZI (EKQ)

N. QARDAŞBƏYOVA, S. HƏSƏNOVA-ABDULLAYEVA

Naxçıvan Dövlət Universiteti

Universitet səhərciyi, Naxçıvan 7012

Email: saadat.javid.210322@gmail.com

Məqalədə EKQ -nin hərəkət və dalğalarının ürək əzələsinin ümumi elektrik dipolunun ürək elektronunun proyeksiyasının nəticəsi olduğu göstərilmişdir. Eynthoven üçbucağı vasitəsilə ürəyin elektrik fəaliyyətinin qrafik göstəricisi müəyyən edilmişdir. Diaqnostik məlumatlar üçün EKQ cihazının vacibliyi müşahidə olunmuşdur.

Acar sözlər: bipolyar, dalğa, elektrod, elektrokardiografiya, qalvonometr, elektromaqnit, hüceyrə, depolyarizasiya, membran.

Məqalədə elektrokardiogramma cihazı haqqında məlumat verilmişdir. İnsan ürəyinin təsir cərəyanlarını elektrokardiografin köməyiylə qeyd etmək üsuluna elektrokardiografiya, alınan əyriyə isə elektrokardiogram deyilir. Başqa sözlə desək, elektrokardiografiya ürək əzələlərinin fəaliyyəti zamanı yaranan potensialları qeyd etməklə məşğul olur. Elektrokardiogramma ürək əzələsinin depolyarizasiyası və repolyarizasiyası nəticəsində yaranan dərinin səthindəki elektrik potensialdakı fərqləri çəkir. Bu rekord elektrod vasitəsilə əldə edilir, gücləndiricilər tərəfindən gücləndirilir və qrafik olaraq kağız və ya ekranda aparılır. EKQ-nin hərəkət və dalğaları ürək əzələsinin ümumi elektrik dipolunun ürək elektronunun proyeksiyasının nəticəsidir. Ürəyin yaratdığı və ətrafdakı toxumalar vasitəsilə bədənin səthinə yayılan elektrik impuls EKQ-də təmsil olunur. EKQ ürəyin mexaniki funksiyasının birbaşa ölçüsü deyil, ürəyin elektrik fəaliyyətinin qrafik göstəricisidir.

XIX əsrin son on illiyi həkimlərin ürək xəstəliklərinin diaqnozu üçün klassik məlumat toplama və fiziki müayinə ilə birlikdə yeni bir dövrün başlanğıcı oldu. XX əsrin birinci yarısında on iki qurğuşunlu elektrokardiogramma cihazı ixtira olundu. Elektrokardiografiya bu gün ürək şikayətləri ilə müraciət edən xəstələr üçün ilkin qiymətləndirmənin vacib hissəsidir.

Orqanizmin digər orqanları kimi, ürəyin fəaliyyəti də elektrik hadisələri ilə əlaqədardır. Ürəyin oyanmış və oyanmamış sahələri arasında yaranan elektrik potensialının elektrik qüvvə xətti, və ya elektrik cərəyanı bədənin xarici səthinə örtən dərinin müxtəlif sahələrinin müxtəlif potensialla yüklənməsinə səbəb olur. Elektrodları ürəyin müəyyən nahiyələrinə qoyub təsir cərəyanının ritmik əyrisini təyin etmək olar. İnsan ürəyinin təsir cərəyanlarını elektrokardiografin köməyiylə qeyd etmək üsuluna elektrokardiografiya, alınan əyriyə isə elektrokardiogram deyilir. Başqa sözlə desək, elektrokardiografiya ürək əzələlərinin fəaliyyəti zamanı yaranan potensialları qeyd etməklə məşğul olur.

Qıcıqlanma ürəkdən keçən zaman müəyyən qədər lif həyəcanları bütövlükdə vahid əzələ liflərindən ibarət olan ürək özünü dipol kimi aparır. Dipol bütün orqanizmdə və onun səthində elektrik qüvvə sahəsi yara-
dır ki, bu bədənin səthində ürəyin təsir potensialını qeyd etməyə imkan verir. Bu potensial bədənin səthinin müəyyən yerlərinə qoyulmuş elektrodların köməyi ilə qeyd olunur. Elektrodlar kiçik sahəyə malik olan və

asanlıqla əyilə bilən metal vərəqələrdən hazırlanır. Bədəndə yaxşı kontakt alınması üçün elektrodlar xüsusi fizioloji məhlulda isladılmış və bədənə sarınmış tənzi-
fin üzərinə qoyulur. Elektrodlar döş qəfəsi səthinin müəyyən nöqtələrində yerləşdirilsə, bu nöqtələr arasındakı potensial fərqi ölçmək olar. Bu potensiallar fərqi ürəyin e.h.q-si ilə müəyyən nisbətdə olur.

Elektrod sağ əlin, sol əlin və sol ayağın üzərinə qoyulur və bu elektrodlardan yalnız ikisinin arasında yaranan potensial fərqi qeyd olunur. Bunlara çıxıntılar deyilir.

1902-çi ildə elektrokardiografin tətbiqi ürəyin quruluşu və funksiyası haqqında obyektiv məlumat verdi. Orjinal elektrokardiogramda ürəyin elektrik aktivləşməsi nəticəsində ətraflar arasındakı potensial fərqi qeyd etmək üçün simli qalvonometrdən istifadə edilirdi. Edvard Starling təkmilləşdirilmiş kapilyar elektrometrdən istifadə edərək hər hərəkətdə ürəyin üç fazalı elektrik fəaliyyətini nümayiş etdirdi.

Villiam Eynthoven kapilyar elektrometri daha da təkmilləşdirdi və *ABCDE* adlandırdığı 5 əyilməni nümayiş etdirdi. Kapilyar sistemindəki ətaləti tənzimləmək üçün, o, əyriylə nəticələnən riyazi düzəliş həyata keçirdi. Dekart riyazi ənənəsinə riayət edərək, bu əyilmələri adlandırmaq üçün (*PQRST*) istifadə etdi. Bu dalğa formalarını təsvir etmək üçün istifadə olunan “elektrokardiogram” termini ilk dəfə 1883-cü ildə Eynthoven tərəfindən verilmişdir. O, elektrokardiogramla istifadə etdiyi çox yüksək həssaslığa malik yeni simli qalvonometri uğurla inkişaf etdirdi. Övvəllər 10 aparıcı ilə 5 elektroddan istifadə edirdi. Eynthoven elektrodların sayını 3-ə endirdi. Bu, üçbucaq elektrodların qoyulduğu *A, B, C* nöqtələrini birləşdirmək yolu ilə alınır. Eynthovenə görə üç standart çıxıntını, verilmiş üç elektrodu hər birində iki elektrod iştirak etmək şərti ilə, üç üsulla əlaqələndirməklə almaq olar.

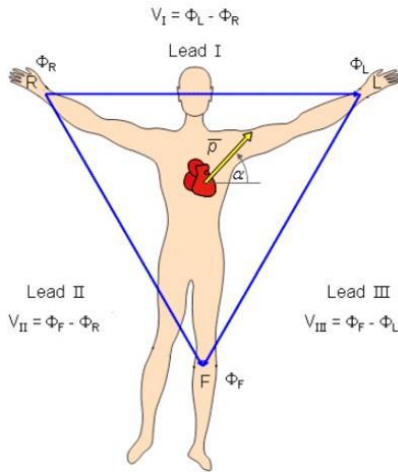
Eynthoven çıxıntıları bir-birindən asılı deyil və bu gərginliklərin cəbri cəmi sifra bərabərdir. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, biopotensialların xarakterini göstərən əyriyədən ikisi məlum olarsa, üçüncüsünü təyin etmək mümkündür.

Eynthoven çıxıntıları iki qütblüdür Bundan başqa, bir qütblü çıxıntılar da tətbiq olunur.

Sabit potensiala malik olan elektrod indiferent, ikinci elektrod isə aktiv və ya differenqelektrod adlanır. Əgər elektrodların hər ikisi bədənin səthinə qoyularsa, onda potensial dəyişən iki nöqtə arasındakı potensial

qeyd olunur. Bu haldakı çıxıntı iki qütblü adlanır. Potensialın dəyişməsi sabit potensiala nəzərən ölçüldükdə isə, çıxıntı birqütblü adlanır. Sağ ələ, sol ələ və sol ayağa bərkidilmiş elektrodlar bir-biri ilə birləşdirilir.

Şəkil 1-də mərkəzdə yerləşən nöqtə Vilson punktu adlanır və bu nöqtənin potensialı praktiki olaraq sabit götürülür. Eynthovenin üçbucağının zirvəsi-elektrodları hər iki ələ və sol ayağa qoymaq, üçbucağın iki zirvəsi arasında ürəyin elektrik sahəsinin potensialları fərqi təyin edən zaman *EKQ*-nın standart aparılması qeydi haqqında danışmaq olar. Birinci standart aparılma da elektrodlar sağ əl və sol ələ qoyulur, II standart aparılma da elektrodlar sağ əl və sol ayağa qoyulur, III standart aparılma da elektrodlar sol əl və sol ayağa qoyulur



Səkil 1. Eynthoven üçbucağı.

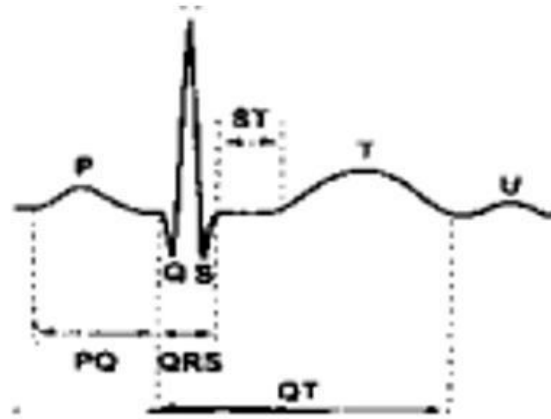
EKQ potensiallarının amplitudasını və modelini təyin edən 2 fundamental amili, yəni fizioloji və biofiziki dəyişmələri ayırd etmək vacibdir.

EKQ-yə təsir edən fizioloji faktorlar məlumdur, miokard hüceyrəsi hüceyrə membrandan keçən zaman asılı ion cərəyanları nəticəsində ürəyin elektrik potensialını yaradan əsas bioloji ürək generatorudur. Bu hüceyrələrin elektrik fəaliyyəti ixtisaslaşmış hüceyrələrin qarşılıqlı təsiri ilə sinkronlaşdırılır. Brooky effekti *EKQ*-də təmiz biofiziki təsirin göstəricisidir.

Normal ürək hüceyrə elektrofiziologiyası-hüceyrə müxtəlif ionlara malikdir, lakin ən mühümləri Na, Ca, K və Cl-dur. Hüceyrə daxilində K-un konsentrasiyası xaricdən daha yüksəkdir. Hüceyrə daxilində K-un xaricə nisbətən daha yüksək konsentrasiyası xaricə diffuziya üçün konsentrasiya qradienti yaradır. Kalium ionlarının xaricə axmasını müəyyən edir. Membran müsbət yüklü olan kalium keçirici olduğundan içəridə mənfi potensial yaranır. Hüceyrə xaricində konsentrasiya artarsa, xaricə diffuziyani idarə edən kimyəvi qradient azalacaq. Bu K-un xaricdə hərəkətinin azalmasına səbəb olacaq və beləliklə, hüceyrənin xarici ilə müqayisədə daha az mənfi membran potensialına (yəni depolyarizasiyaya) gətirib çıxacaq. Qulaqcıqlar və mədəciklərdə miokard hüceyrələri polyarizasiya olunur, yəni səthlərində elektrik yükləri daşıyırlar. İstirahətdə olan hüceyrənin hüceyrə membranının xarici səthi müsbət yüklü, daxili hissəsi isə mənfi yüklüdür. Elektrik sahəsi müxtəlif strukturları keçir və dəriyə çatır, burada ətrafların xüsusi yerlərində yerləşdirilən elektrodlar tərəfin-

dən aşkar edilir. *P* dalğası qulaqcıqların yığılması başlamazdan əvvəl sağ və sol qulaqcıqların depolyarizasiyası nəticəsində yaranan potensiallardan, yəni depolyarizasiya dalğasının mədəciklər vasitəsilə yayılmasından qaynaqlanır. Deməli, depolyarizasiya dalğalarına həm *P* dalğası, həm də *QRS* kompleksinin komponentləri daxildir, *T* dalğası repolyarizasiya dalğasıdır. Hər iki mədəcik depolyarizasiya vəziyyətindən çıxdıqda yaranan potensiallar nəticəsində yaranır. *ST* seqmentinə qədər mədəciklərin repolyarizasiyasının başlanğıcını təmsil edir. *QRS* kompleks iki mədəciyin stimullaşdırılması ilə istehsal olunur və *ST-T* dalğası mədəciklərin repolyarizasiyasının bərpasını əks etdirir.

EKQ qonşu dişcikliyə kəsiyi seqment, müxtəlif dişciklər arasında məsafə-interval adlanır. *EKQ* əsas dişcikliyi, interval və seqmentləri şəkil 2 -də təsvir edilmişdir.



Səkil 2. Normal sinus ritmi.

P dişcikliyi qulaqcıqları əhatə edən oyanmaya depolyarizasiya uyğun gəlir. *P* dişciyin müddəti oyanmanın sinus-qulaqcıq döyünündən *AV*-birləşməyə qədər keçdiyi müddətə bərabərdir. II aparılma amplituda *P*-0,5-2,5mm. *PQ(R)* intervalı *P* dişciyin başlanmasından *Q* dişciyin başlanmasına qədər müəyyən edir (və ya *R*), ədəd *Q* olursa interval sinus-qulaqcıq döyünündən mədəciklərə qədər keçən vaxtı müəyyən edir.

I: sol qol (+elektrod) və sağ qol (-elektrod) arasındakı potensial fərqi təmsil edir.

II: sol ayaq arasındakı potensial fərqi təmsil edir, sol qol (+elektrod) və sağ qol (- elektrod)

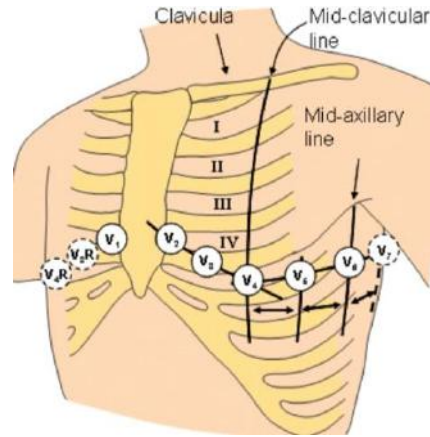
III: sol ayaq (+elektrod) və sağ qol (- elektrod) arasındakı potensial fərqi təmsil edir.

Bu 3 aparıcı bədən səthində müstəvidə ürəyi əhatə edən bərabərtərəfli üçbucağı, yəni, Eynthoven üçbucağına gətirəcək şəkildə bağlanır. Eynthoven qanunu bildirir ki, II aparıcıdakı potensial I və II qurğusundakı potensialların cəminə bərabərdir. Bu $I+II=III$ deməkdir.

Taxikardiya və bradikardiya zamanı *PQ(R)* dəyişir, onun normal səviyyəsi xüsusi cədvəl vasitəsilə müəyyən edilir. *QRS* kompleksi mədəciklərin depolyarizasiya müddətinə bərabərdir. *Q*, *R* və *S* dişlərindən ibarətdir. *Q*-izolinyanın aşağıya birinci tərəddüdüdür, *R*-dişciyi *Q*-dən sonra izolinyanın yuxarıya doğru tərəddüdüdür, *S* dişciyi izolinyanın aşağıya doğru *R* dişciyindən sonra interval *QRS* *Q* dişciyindən başlaya-

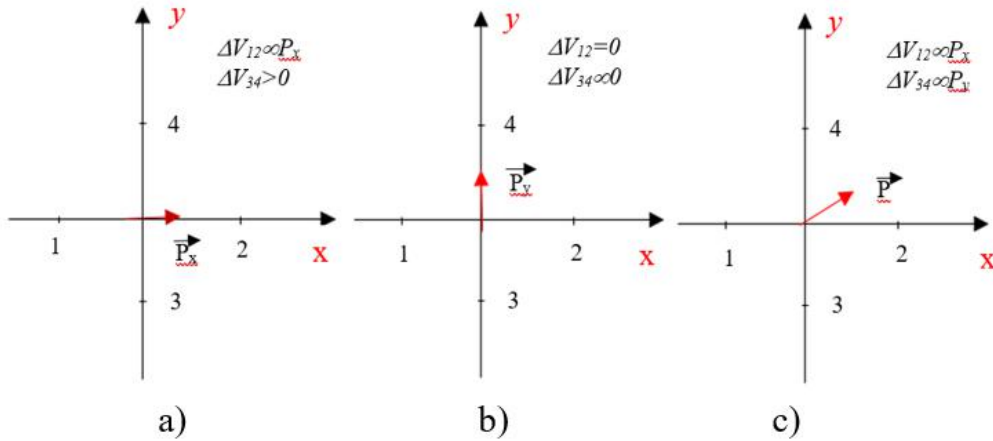
raq S dişciyi qurtarana qədər. ST seqmenti- QRS kompleksi qurtardığı nöqtədən T dişciyin başlanmasına qədər olan məsafədir. Mədəciklər oyanma vəziyyətində olduğu zaman keçən müddətə bərabərdir. Klinik məqsəd üçün ST -nin vəziyyətin izolinyə münasibəti əhəmiyyətlidir. T dişciyi mədəciklərin repolyarizasiyasına uyğun gəlir. U dişciyi izolinyadan böyük olmayan tərəddüddür, bəzi insanlarda T dişciyindən sonra qeyd olunur. Dişciyin təbiəti dəqiq məlum deyil. Normal halda onun maksimal amplitudası 2mm-dən çox deyil, və ya 25%-ə qədər T dişciyindən əvvəl əmələ gəlir. QT intervalı mədəciklərin elektrik sistolasını təsvir edir. Mədəciklərin depolyarizasiyası uyğun gəlir, yaşdan, cinsdən və ürəyin döyünmə tezliyindən asılı olaraq dəyişir. QRS kompleksinin əvvəlindən T dişciyin sonuna qədər təyin edilir. Normada yaşlılarda QT davamı 0,350-dən 0,44s qədər tərəddüddür, lakin onun davamı ürək döyünməsinin tezliyindən daha çox asılı olur.

Bu biofiziki təsirlər ürək sahəsinin bütün bədənə ötürülməsinə təsirini vurğulamaq üçün ötürülmə faktorları adlandırılabilir. Bunlara hüceyrə amillər, toxuma faktorlar, ekstrakardiyak amillər və fiziki amillər aiddir. Bu amillərin hər biri EKG -nin qeydinə əhəmiyyətli təsir göstərir. EKG istifadə olunan zaman gərginlik ($>50mV$) olur, fiziki və fiziki-kimyəvi proseslər dəyişmir.



Şəkil 3. Sinə aparmaları.

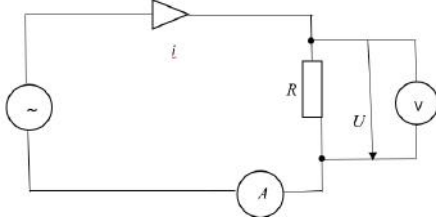
Ürəyin zamanla dəyişən dipol momenti ilə yaranan səth potensialları arasında kəmiyyətə dəqiq əlaqənin hesablanması ətraflı hesablama modelləşdirilməsini tələb edir.



Şəkil 4. a) üfqi elektrik dipolunun hər 2 tərəfində simmetrik olaraq ölçülən potensial fərq dipol momentinə, potensial fərq isə dipol oxuna mütənəsbdir, şaquli ox sıfırdır, b) eynilə, c) istənilən ox boyunca dipolun hər 2 tərəfində simmetrik yerləşən iki nöqtə arasında ölçülən potensial fərq, həmin ox boyunca dipolun komponentinə mütənəsbdir.

Elektrik gərginliyi iki nöqtə arasındakı elektrik potensialının fərqi ifadə edir. Müəyyən bir elektrik sahəsində bu iki nöqtə arasında elektrik yükünü sıxıdırmaq üçün lazım olan enerjini təmsil edir.

Om qanununa uyğun olaraq elektrik cərəyanı $I[A]$ (elektrik yüklərinin) hərəkəti ilə bağlıdır: $U=RI$



Şəkil 5. Om qanunu. Elektrik cərəyanının hərəkəti.

Elektrokardiogrammanın biofiziki prinsipi və analizi olaraq ayrı-ayrı hissələrin müddəti ölçülür, tezlik hesablanır, amplituda və fərdi əyilmələrin hündürlüyü ölçülür.

Ürək qan dövrəni sistemi nasos kimi qanı içəriyə ataraq fəaliyyət göstərir. Yığılmanın koordinasiyası hərəkət potensialının ardıcılığı ilə təmin edilir. Elektrik mənbələri cari elektrik ürək sahəsi yaradırlar. Potensial fərq elektrokardiografik əyriyə şəkildə qeyd alınır.

EKG -ni qeyd etmək üçün bizə bədən daxilində yaranan, ion potensiallarını adi elektron cihazlarla ölçülə bilən elektron potensiala çevirə bilən transduser lazımdır. Belə bir çevirici bədən səthinin müvafiq nöqtələri arasında ion potensialı fərqi ölçən bir cüt elektrodun ibarətidir. Elektrodlar ya qütbləşə bilən, bu halda onlar kondensatorlar kimi fəaliyyət göstərir, ya da

MÜASİR DÖVRDƏ BIOFİZİKANIN İNKİSAFI VƏ TİBBDƏ TƏTBİQİ. ELEKTROKARDİOQRAMMA CİHAZI (EKQ)

qütbləşməyənlər kimi təsnif edilə bilər. Bu halda onlar rezistorlar kimi davranırlar. Biopotensiaları qeyd etmək üçün istifadə olunan elektrodlar metallardan və metal duzundan ibarətdir. Bundan əlavə elektrod və dəri arasında bir növ gel tətbiq olunur.

Diagnostik məlumat üçün *EKG* dalga formasından, müxtəlif seqmentlərin amplitudasının və nisbi vaxtının təhlili ilə əldə edilə bilər. Ümumiyyətlə ürək əzələsinin zədələnməsi, və ya infaktlar amplituda itkisi ilə əlaqələndirilir.

Ürək dərəcəsinə əldə etməyin ən asan yolu *QRS* kompleksinin aşkarlanmasıdır. *QRS* kompleksinin aşkarlanmasında 3 əsas problem var:

1. Elektrod hərəkətinə görə - artefaktlar
2. Əks səpələnmə (əsasən nəfəs alma səbəbindən)
3. Yüksək tezlikli məzmunlu *T* dalğalar.

EKG signalının spektral təhlili göstərir ki, *QRS* kompleksində mövcud tezliklərin əksəriyyəti 20Hz-ə yaxındır.



Şəkil 6. *EKG* cihazı.

- [1] *Rüstəm Cəfərov*. Biofizika kursu. Bakı, 2008
- [2] Journal Advances in physiology education. Teaching the basic principles of electrocardiography experimentally. 2019, 26 June, vol. 13, pp.1
- [3] Journal of Electrocardiogy. 1996, vol.29, No 3.

- [4] American J. Phys. July 2020, 88(7), pp.526.
- [5] *P. Kligfield*. The centennial of the Einthoven electrocardiogram., J. Electrocardiol., 2002, 35, pp.123-129.
- [6] Medical electronics. *Dr. Neil Townsend, Michaelmas Term*. 2001, pp.10-13.

N. Kardashbayova, S. Hasanova-Abdullayeva

DEVELOPMENT OF BIOPHYSICS IN MODERN TIMES AND ITS APPLICATION IN MEDICINE. ELECTROCARDIOGRAM DEVICE.

In the article, it is shown that the movements and waves of the ECG are the result of the projection of the cardiac electron of the common electric dipole of the heart muscle. The graph of the electrical activity of the heart is established through the Einthoven triangle. The importance of the ECG device for diagnostic information is observed.

Н. Гардашбекова, С. Гасанова-Абдуллаева

СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ БИОФИЗИКИ И ВНЕДРЕНИЕ ЕЕ В МЕДИЦИНУ. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЙ ПРИБОР (ЭКГ)

В статье показано, что движения и волны ЭКГ являются результатом проекции электрона сердца общего электрического диполя сердечной мышцы. Графический показатель электрической активности сердца определяли с помощью треугольника Эйнтховена. Была отмечена важность устройства ЭКГ для получения диагностической информации.

Qəbul olunma tarixi: 09.12.2022