

Rentgen şüalarının tibbdə tətbiqinin biofiziki əsasları**Fikrət Kamal oğlu İsayev***fizika-riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor,
Azərbaycan Tibb Universiteti***Elaza Səməd qızı Hüseynova***fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent,
Azərbaycan Tibb Universiteti***Dəstə Göyçə qızı Qasımova***assistent, Azərbaycan Tibb Universiteti***E-mail:** fikstisayev11@gmail.com**Rəyçilər:** f.ü.f.d., dos.Ş.Ş. Əmirov,
f.ü.f.d., dos.C.Ə. Rəhimov**Açar sözlər:** monokristal, spektr, radiasiya defektləri, fotoluminessensiya, akseptor və donor keçiriciliyi, vakansiya, dislokasiya**Ключевые слова:** монокристалл, спектр, фотопроводимость, радиационные дефекты, фотолюминесценция, акцепторная и донорная проводимость, вакансия, дислакация**Key words:** monocrystal, spectrum, radiation defects, photoluminescence, acceptor conductance, donor conductance, vacance, dislocation

Rentgen şüaları təbiət etibarilə dalğa uzunluğu 80 nm-dən (nanometr) 10^{-5} nm-ə qədər olan elektromaqnit dalğalarıdır. Tibbdə əsasən dalğa uzunluğu ($10 \div 0,005$) nm olan rentgen şüaları işlədilir, bunlara da enerjisi ($100 \div 0,5$) MeV işıq fotonları uyğun gəlir. Rentgen şüaları adı gözlə görünür, ona görə də onunla bağlı olan bütün müşahidələr flüoressensiyaedici ekranların, yaxud da fotoplyonkaların köməyiylə aparılır.

Rentgen şüalarının ən geniş yayılmış mənbəyi rentgen borusudur.

Bir çox cisimlər görünən və ultrabənövşəyi şüaları buraxmadığı halda, rentgen şüaları onlardan asanlıqla keçirlər.

Dalğa uzunluğu $\lambda \leq 0,01 \text{ nm}$ olan rentgen şüaları böyük enerjili fotonlara malik olub, sərt rentgen şüaları, dalğa uzunluğu $\lambda \geq 0,01 \text{ nm}$ olan rentgen şüaları isə kiçik enerjiyə malik olurlar, ona görə də yumşaq rentgen şüaları adlanırlar.

İnsan orqanizmi rentgen şüalarını müxtəlif dərəcədə udma qabiliyyətinə malik olan toxumalardan və üzvlərdən ibarətdir. Ona görə də onu rentgen şüaları ilə işıqlandırdıqda qeyri bir-cinsli kölgəvi (pozitiv) xəyal alınır ki, bu da toxumaların və daxili orqanların forması və xəyalın kəskinliyinə görə bu cismin təbiəti haqqında fikir söyləməyə imkan verir. Bir çox hallarda onların sağlam, yaxud patoloji (xəstə) halda olması müəyyən edilir. Rentgen şüalarının vasi-təsilə orqanizmin daxili orqanlarının xəyalının alınması üsuluna rentgendiagnostika deyilir.

Diaqnostika məqsədi üçün enerjisi 60-120 KeV rentgen şüalarından istifadə olunur. Müalicədə isə enerjisi 150-200 KeV olan fotonlar tətbiq olunur. Tibbi praktikada aşağıdakı rentgendiagnostika və rentgenmüalicə üsulları işlədilir (1-7).

Rentgenoskopiya (rentgen şüaları ilə işıqlandırma), rentgenoqrafiya (şəkilçəkmə), flüoroqrafiya, elektrorentgenoqrafiya, angioqrafiya və rentgen kompüter tomoqrafiyası. Bu üsulların biofiziki əsasını rentgen şüalarının maddədə eksponensial qanunla zəifləməsi (udulması) təşkil edir.

Ekranada xəyalın parlaqlığı və fotoplyonkada ekspozisiya müddəti rentgen şüalarının intensivliyindən asılıdır. Əgər bu şüalar xəstəliklərin diaqnostikası məqsədilə işlədilsə, onların intensivliyini çox yüksək götürmək olmaz. Çünki, əks halda orqanizmdə zərərli bioloji proses baş verə bilər. Ona görə də rentgen şüalarının kiçik intensivliyində ekranada (fotoplyonkada) xəyalın yadın (kəsgin) alınması üçün bir sıra texniki vasitələrdən, məsələn, elektron – optik çeviricilərindən istifadə edilir (1, 3,5).

1. Rentgenoskopiya. Xəyal flüoressensiyaedici ekranada alınır. Onun parlaqlığı o qədər də böyük deyil, ona yalnız qaranlıq otaqda baxmaq olar. Həkim şüalanmadan qorunmalıdır. Rentgenoskopiyanın müasir variantı – rentgenteleviziya – rentgen şüaları ilə alınan xəyalın gücləndirilməsindən istifadə edir. Gücləndirici rentgen ekranının zəif şüalanmasını qəbul edir, gücləndirir və onu televizorun ekranına ötürür. Nəticədə həkimin üzərinə düşən zərərli şüa kəsgin azalır, xəyalın parlaqlığı artır və ondan videoyazı formasında istifadə etmək mümkün olur (4-6).

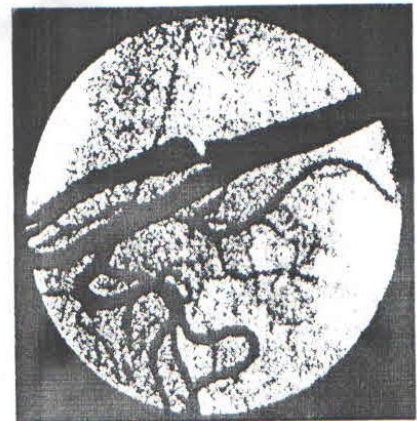
2. Rentgenoqrafiya (flüoroqrafiya). Xəyal rentgen şüalarına həssas xüsusi plyonkada alınır. Şəkil bir-birinə perpendikulyar iki proyeksiyada (düz və yandan) çəkilir. Xəyal fotoməhlulda emal edildikdən sonra görünən olur. Qurudulmuş hazır şəkllə ondan keçən şüada baxılır. Bu zaman alınan xəyalın detalları kifayət qədər aydın görünür. Rentgen şüaları ilə obyektə işıqlandıran zaman alınan parlaqlığın əksinə olunan xəyal (neqativ xəyal) alınır. Rentgenoqrafiyanın üstünlüyü ondadır ki, burada xəyal daha kəskin alınır. Bu da rentgenoskopiya zamanı müşahidə edilməsi çətin olan detalları görməyə imkan verir. Həkim tam təhlükəsiz şəraitdə işləmiş olur. Flüoroqrafiyanın köməyiylə profilaktika məqsədilə əhalinin kütləvi müayinəsi həyata keçirilir. Flüoroqrafiyada patoloji dəyişiklik aşkar edildikdə xəstəyə daha ətraflı müayinə təyin edilir (4,6,7).

3. Elektrentgenoqrafiya. Bu diaqnoz üsulu adi rentgenoqrafiyaya nəzərən xəyalın yazılması (fiksə edilməsi) üsulundakı fərqə görə seçilir. Burada fotoplyonkanın əvəzinə rentgen şüalarının təsiri altında elektrikləşmə qabiliyyətinə malik olan selen lövhəsi götürülür (işlədilir). Nəticədə elektrik yüklərindən ibarət “gizli” xəyal alınır ki, onu da görünən etmək və yaxud kağız üzərinə köçürmək olar [1,4].

4. Angioqrafiya. Bu diaqnostika üsulu qan damarlarının tədqiqi zamanı tətbiq olunur. Kateter vasitəsilə venaya kontrast məhlul yeridilir, ondan sonra güclü rentgen aparatı saniyənin onda birləri ərzində bir-birinin ardınca seriya şəkillər çəkir [1, s. 4,7]. Məsələn, o şəkillərin birində (şəkil 1) yuxu arteriyası ətrafında angioqram göstərilmişdir. Şəkildən aydın görünür ki, yuxu arteriyası kanalında daralma var.

5. Kompüter tomoqrafiyası. (4-7) Bədənin ayrı-ayrı üzvlərinin laylar üzrə tədqiq edilməsi üçün hazırda rentgen tomoqrafiyasından, xüsusilə də kompüter tomoqrafiyasından istifadə olunur. Bu metod erkən və dəqiq diaqnostikanın imkanlarını xeyli genişləndirir, patoloji dəyişiklikləri başqa tədqiqat üsulları ilə öyrənilməsi çətin olan prosesləri aşkar etməyə imkan verir. Bu rentgen tədqiqat üsulu imkan verir ki, cismin qalınlığı bir neçə millimetr olan müstəvi kəsiyinin xəyalını almaq mümkün olsun (4,6,7).

Nazik rentgen şüa dəstəsindən, habelə ionlaşdırıcı yarımkeçirici detektorlarından və EHM-dən ibarət ekrandan istifadə etməklə tomoqrafiya zamanı pozitiv rentgen xəyalı almaq



Şəkil 1

mümkündür.

Rentgen kompüter tomoqrafiyasında verilmiş cismin qalınlığı bir neçə millimetr olan müstəvi kəsiyi çoxlu sayda müxtəlif bucaqlar altında işıqlandırılır. Hər dəfə də hər bir xəyal ayrı-ayrılıqda kompüterin yaddaşına yazılır. Sonradan kompüter çevrilmə əməliyyatları nəticəsində təsvir edilən layın ekranda tarama xəyalı alınır.

Şəkil 2a və 2 b-də uyğun olaraq təsvir edilən sxemin tomoqrafiyasının tarama sxemi və başın göz səviyyəsində en kəsinin tarama tomoqramı göstərilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bu üsul sıxlıqları öz aralarında 0,1 % dəyişən elementləri fərqləndirir.

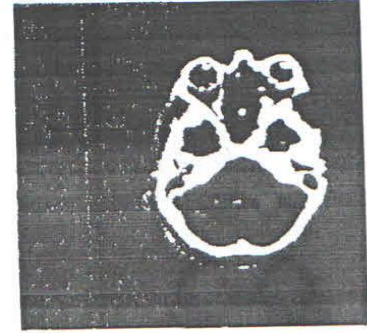
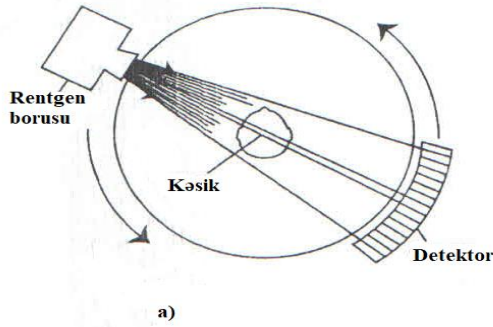
Adi rentgenoqrafiya isə qonşu sahələr arasındakı minimal sıxlıqlar fərqi

yalnız 10-20 % qiymətində onları fərqləndirməyə imkan verir.

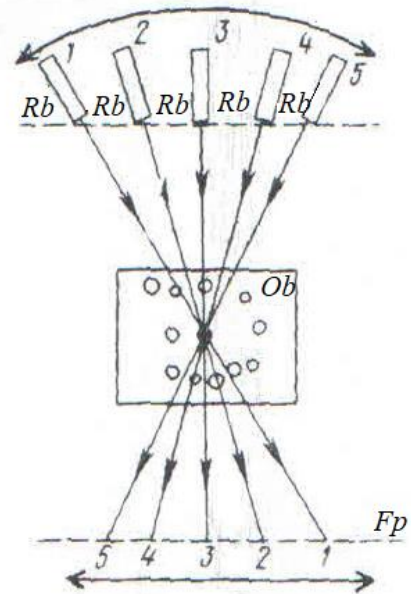
Kompüter tomoqrafiyasının yaranma mexanizmi maraqlıdır. Ona baxaq.

Adi rentgenoqramma bədənin xeyli sahəsini əhatə edir. Özü də müxtəlif orqanlar və toxumalar bir-birlərini müəyyən qədər örtürlər. Bunu aradan qaldırmaq üçün tədqiqat obyektinə (Ob) nəzərən rentgen borusunun (Rb) və fotoplyonkanın (Fp) yerlərini əks fazalarda periodik olaraq dəyişmək lazımdır (şəkil 3). Bədəndə rentgen şüalarının keçə bilmədiyi hissələr var. Onlar şəkil 3-də kiçik dairelərlə göstərilir. Şəkildən görünür ki, şüalar rentgen borusunun istənilən vəziyyətində (1,2,3 və i.a.) obyektin eyni nöqtəsindən keçir. Bu nöqtə qara daire şəklində göstərilir. Məhz bu nöqtə mərkəz olaraq ona nəzərən Rb və Fp-nin periodik hərəkəti baş verir. Bu qara nöqtənin kölgəsi (pozitiv) xəyalı Fp ilə birlikdə yerini dəyişir və ardıcıl olaraq 1,2,3 və i.a. vəziyyətlərini tutur (alır). Bədəndə qalan başqa hissələr (sümüklər, bərk toxumalar və başqaları Fp-da ümumi fon yaradırlar, belə ki, rentgen şüaları onlarla heç də daimi örtülmürlər. Rəqs edən mərkəzin vəziyyətini dəyişməklə bədənin laylardan ibarət rentgen xəyalını almaq olar. Elə buradan da üsulun adı – tomoqrafiya (laylı yazı) olmuşdur. Kompüter tomoqrafiyası elektron şüa borusunun ekranında və yaxud kağız üzərində bədənin, ölçüsü 2 mm-dən kiçik və udma qabiliyyətinə görə bir-birindən 0,1 % fərqlənən detallardan ibarət xəyalını almağa imkan verir. Bu da, məsələn, beyinin ağ və boz maddələrini fərqləndirməyə, çox kiçik ölçüdə xərçəng şişini görməyə imkan yaradır.

Rentgen şüalarından həmçinin müalicə məqsədilə də istifadə olunur (rentqenterapiya) (4,6,7).



Şəkil 2



Şəkil 3

Rentgenoterapiya. Rentgen şüalarından həmçinin müalicə məqsədilə də istifadə olunur. Həmin şüaların bioloji təsiri ondan ibarətdir ki, onlar hüceyrələrin, xüsusilə də az fərqlənən və sürətlə çoxalan hüceyrələrin həyat fəaliyyətini pozur (hüceyrə membranını dağıdır). Çox sərt rentgen şüaları (fotonlarının enerjisi 10 MeV olan) orqanizmin çox dərinliklərində yerləşən xərçəng hüceyrələrini məhv edir. Bununla əlaqədar, bu şualardan xərçəng şişlərinin müalicəsində geniş istifadə olunur. Xüsusilə dərinin, dodaqların, ağız boşluğunun, ağciyərin, qida borusunun, qaraciyərin, mədənin və başqa üzvlərin xərçəng xəstəliklərinin müalicəsində müvəffəqiyyətlə tətbiq olunur.

Qeyd edək ki, orqanizmin qonşuluqda yerləşən sağlam toxumalarına dəyən ziyanlı təsiri azaltmaq məqsədilə rentgen şüaları dəstəsi xəstə ətrafında elə fırladılır ki, bütün müalicə proseduru ərzində yalnız patoloji sahə şüaların təsirinə məruz qalır.

Müasir tibbi rentgenologiya xəstəliklərin diaqnozunun təyində, orqanizmin normal həyat fəaliyyətinin tədqiqində, patoloji proseslərin konservativ və cərrahi üsullarla müalicəsində müstəsna əhəmiyyətə malikdir.

Məqalənin aktuallığı. Rentgen şüalarının təbiəti (yaranma mexanizmi) çoxdan məlum olsa da, tibbdə onun bir neçə tədqiqat-diaqnostika üsulunun (elektrorentgenoqrafiya, rentgen kompüter tomoqrafiyası, angiografiya) son zamanlar yeni bir vasitə kimi həyata keçirilir. Bu tibbi təhsildə məşğul olan ali məktəb tələblərinə, magistrlərinə, rezidentlərə tibb işçilərinə də çox vacib olan tədris-tədqiqat materiallarıdır.

Məqalənin elmi yeniliyi. Məqalədə sistemli şəkildə adları çəkilən rentgen tədqiqat – diaqnostika üsulları biologiyada, kimyada, fizikada, texnikada və s. sahələrdə geniş tətbiq olunur. Bu da tibbi təhsil sahəsində böyük maraq kəsb edir.

Məqalənin praktik əhəmiyyəti və tətbiqi. Məqalədə son zamanlar geniş tətbiq edilən yeni tədqiqat müalicə üsullarının (məsələn, elektrorentgenoqrafiya, rentgen tomoqrafiyası (laylı tədqiqat üsulu, rentgen kompüter tomoqrafiyası) mexanizmi verilir. Bu, tibbi-bioloji təhsil alan tələblər üçün müstəsna əhəmiyyətə malikdir.

Ədəbiyyat

1. Н.Н.Блинов. Основы рентгенодиагностической техники: Учебное пособие / Н.Н.Блинов и др. / Под ред. Н.Н.Блинова. -Москва: Медицина, 2004.
2. Л.Д.Ликдербратмен. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии); учебник / Л.Д.Линвербратмен, И.П.Коволук, -Москва: Медицина, -2000.
3. Ю.Б.Куряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). -Москва: Физматлит, 2004.
4. В.Н.Федорова, Е.В.Фаустов. Медицинская и биологическая физика: учебное пособие. -Москва: «ГЭОТАР-Медиа», 2010. -587 с.
5. В.С.Вавилов. Радиационные процессы в твердотельной электронике. -Москва: Мир.1994. 395 с.
6. А.Н.Ремизов. Медицинская и биологическая физика: учебник для вузов /А.Н.Ремизов, А.Г.Максина, А.Я.Потапенко. -Москва: Дрофа, -2003.
7. В.Ф.Антонов, Е.К.Козлова, А.М.Черныш. Физика и биофизика: учебник. -Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. -468 с.

Ф.К. Исаев, Э.С. Гусейнова, Д.Г. Касимова

**Биофизические основы применения в
медицине рентгеновских лучей**

Резюме

В статье приводятся данные о диагностических методах (рентгеноскопии, рентгенографии, флюорографии, электрорентгенографии, ангиографии, рентген компьютерной томографии), а также рентгенотерапии, широко применяемых в современной медицинской практике. Указываются их значения в рентгенологии, области применения и биофизические основы их влияний.

F.K. Isayev, E.S. Huseynova, D.G. Kasumova

Biophysical bases of use of x-rays in medicine

Summary

The paper represents results of diagnostic methods which is widely being used in medicine such as: rentgenoscopy, roentgenography, fluoroqraphy, electroroentgenografhy, X-ray computer tomography as well as roentgenotherapy moreover. Dosage of the given methods and biophysical bases of interaction of the radiated rays is shown in presentented paper.

Redaksiyaya daxil olub: 22.01.2020