

Maintenance and service system of medical devices

Week 4. Organization of X-ray computed tomography service

Otabek Shavkatov

Lecturer

Department of Metrology, Standardization and Quality
Management

Email: okshavkatov@gmail.com

Tibbiyot uskunalariga texnik xizmat ko'rsatish

4-Mavzu. Rentgen kompyuter tomografiyasiga servis xizmatini
tashkil etish

Ma'ruzachi: Otabek Shavkatov

Metrologiya, standartlashtirish va maxsulot sifati menejmenti
kafedrası

Elektron pochta: okshavkatov@gmail.com

Rentgen kompyuter tomografiyasiga servis xizmatini tashkil etish.

Reja:

1. Rentgen kompyuter tomografiyasining tamoyillari va uning turlari.
2. Kompyuter tomograflarida tasvirni qayta tiklash usullari
3. Kompyuter tomografiyasining avlodlari va ularning xususiyatlari
4. Rentgen nurlatgichi va manba qurilmasi
5. Rentgen kompyuter tomograflarining tarkibiy qismlari

1. RENTGEN KOMPYUTER TOMOGRAFIYASINING TAMOYILLARI VA UNING TURLARI

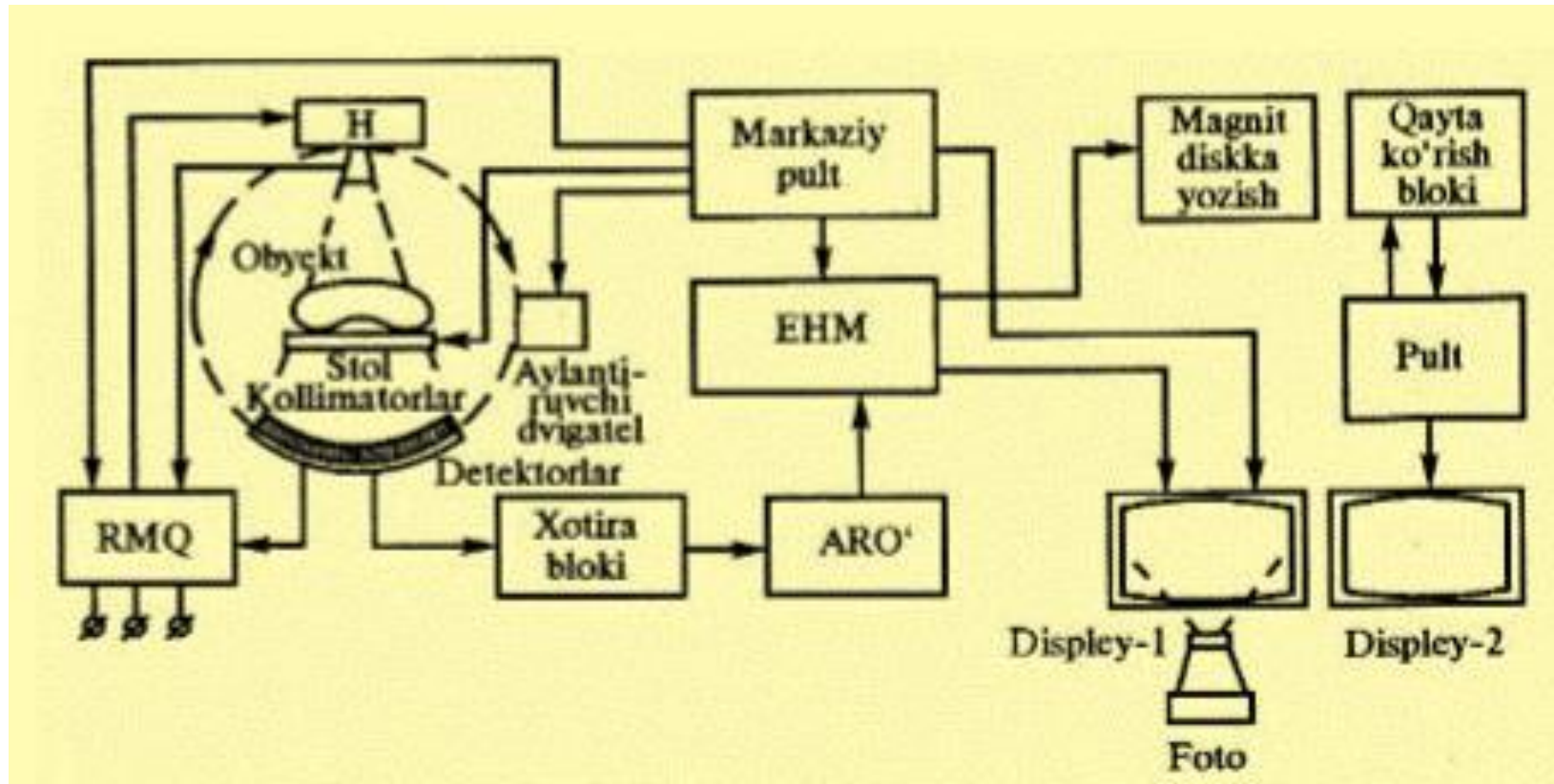
Tasvirlarning matematik usullar yordamida ishlanishi EHMlarning tibbiyot introskopiya-siga keng kirib kelishiga sabab bo'radi. Bunday tibbiyot diagnostikasi texnikasiga kompyuter tomograflari kiradi.

Dastlabki kompyuter tomografi 1973- yilda ingliz muhandislari Xaunsfild va Mak Kormaklar rahbarligida yaratildi va bu kashfiyoti uchun ular Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi. Bu kompyuter rentgen nurlanishi hisobiga ishlaydigan bo'lganligi sababli rentgen kompyuter tomografi deb ataldi. Birinchi kompyuter tomografi «TMI — skenner» deb ataldi va asosan, EHM yordamida bosh miyani tekshirishga mo'ljallangan edi. Xaunsfild tomografida rentgen nurlatgichi va detektor bir-biriga qarama-qarshi joylashtirilib tekshirish vaqtida rasmdagi ko'rsatilgan yo'nalishi bo'ylab harakatlanadi. Detektordan olingan signallar Analog raqamli o'zgartgich (ARO') da raqam ko'rinishga keltirilib, maxsus dastur yordamida EHMda hisoblanadi va tekshirilayotgan a'zo qatlamining ikki o'lchamli tasvirini hosil qiladi

Tasvirlarning matematik usullar yordamida ishlanishi EHMLarning tibbiyot introskopiyasiga keng kirib kelishiga sabab bo'ladi. Bunday tibbiyot diagnostikasi texnikasiga kompyuter tomograflari kiradi.

Kompyuter tomografiyasida tekshirilayotgan a'zolarining zarur qalinlikdagi sifatli tasvirlarini olib, ko'rsatib berish oldindan ishlatilib kelinayotgan rentgenografiya usulidan ancha ustunligini namoyon qildi. Keyingi vaqtlarda rentgen kompyuter tomografiyasining keng rivojlanishiga ham bunga asosiy sabab bo'ldi. Rentgen kompyuter tomograflarining ishlash tartibini quyidagi 1-rasmda ko'rsatilgan soddalashtirilgan blok-sxema misolida ko'rishimiz mumkin

1-rasm Rentgen kompyuter tomograflarining ishlash tartibi



Bunda markaziy pultdan tanlangan ish rejimiga ko'ra stolda yotgan bemorga (obektga) rentgen manba qurilmasi orqali manba bilan ta'minlanayotgan nurlatgichdan (N) chiqqan rentgen nuri tushadi va bu rentgen nuri bemordan o'tib, maxsus moslamalar (kollimatorlar) bilan chegaralangan detektorlarga tushadi.

Bu detektorlarda rentgen tasviri elektr signaliga aylanib, xotira blokida to'planadi va ARO' bloki orqali raqam ko'rinishga aylantirilib, EHM yordamida hisoblab ko'rish uchun displeyga chiqarib beriladi. Bu rentgen tasvirini magnit diskka yozib olib, zarur vaqtda pult va ikkinchi displey yordamida qayta ko'rish mumkin. Hozirgi vaqtda kompyuter tomografiyasi deb turli tibbiyot diagnostika usullariga ham aytiladi.

Kompyuter tomografiyasi usulini o'rganishda zarur bo'lgan ba'zi atamalar bilan tanishamiz:

Tekshiruvchi	Bemor	Ta'sir etish	O'zgartgich	Sistema	Zichligi	Haqiqiy tasvir
<ul style="list-style-type: none">Kompyuter tomografiya usuli bilan tekshirish o'tkazuvchi mutaxassisi	<ul style="list-style-type: none">Obekt tekshiruvchi tomonidan tekshirilayotgan tananing ichki tuzilishi	<ul style="list-style-type: none">Tekshirish uchun ta'sir ettiriladigan fizik tushunchalar (nurlanish, maydon, tovush va boshq.)	<ul style="list-style-type: none">Tekshiruvchi nazoratidagi o'zgartgich vositalari (rentgen trubkasi, detektor, ekran va boshq.)	<ul style="list-style-type: none">Tekshiruvchi tomonidan ishlatilayotgan turli vositalar to'plami	<ul style="list-style-type: none">Tanada nurlanish, maydon tarqalishi sababli namoyon bo'ladigan muhitning zichligi, bu kattalik qayta tiklanishi zarur	<ul style="list-style-type: none">Zarur tana qismlarining atrofdagi boshqa tana qismlari tasviridan holi qilingan tasviri

Quyida keltirilgan jadvalda tibbiyotda qo'llaniladigan Kompyuter tomografiyasi usullarining turlari keltirilgan. Bu Kompyuter tomografiyasi usullarining turli turlarida 1917-yilda Radon tomonidan ishlab chiqilgan proyeksiyalar bo'yicha qayta ishlashning fundamental usulidan foydalaniladi.

	Ta'sir turi va usuli	Tekshirish zichligining asosi	Qo'llanilishi
1	Rentgen nurlanishi. Rentgan Kompyuter tomografiyasi.	Rentgen nurlanishining kuchsizlanishi ko'effitsiyenti.	Rentgen Kompyuter tomografiyasi, diagnostika, xirurgiya va nur bilan davolashda.
2	α — nurlanishi. Bir fotonli emission Kompyuter tomografiyasi.	Tamg'alangan protonlarning moddalarda to'planishi.	Funksional diagnostika maqsadida, bir fotonli Emission Kompyuter Tomografda.
3	Pozitron nurlanishi. Pozitronli ikki fotonli emission Kompyuter tomografiyasi.	Tamg'alangan protonlarning moddalarda to'planishi	Bu usul hozirda klinikalarda tajribadan o'tmoqda.
4	Magnit maydoni. Yad-ro magnit rezonansiga (YaMR) asoslangan KT.	Proton zichligi, relaksatsiya vaqti.	Tibbiyot diagnostikasida qo'llanilmoqda.
5	Ultratovush. Ultratovush Kompyuter tomografiyasi.	Akustik qarshilik, aks sado. Maydalash.	Tibbiyot diagnostikasida. Urologiyada rentgen sistemalari bilan qo'llanilmoqda.
6	Og'ir zarralar (ionlar, α — zarralar, protonlar va boshqalar).	To'qnashib, sochilishi, yutilishi.	Tajriba namunalari yaratilib, sinashdan o'tmoqda.
7	Infraqizil nurlanishlar.	Haroratning hajmiy taqsimlanishiga.	Tajriba namunalari yaratilib, sinashdan o'tmoqda.
8	O'ta yuqori chastotali nurlanishlar.	Dielektrik singdiruvchanlik va o'lkazuvchanlikning taqsimotiga.	Tajriba namunalari yaratilib, sinashdan o'tmoqda.

**2.KOMPYUTER
TOMOGRAFLARIDA
TASVIRNI QAYTA TIKLASH
USULLARI**

Kompyuter tomograflarida tasvirni qayta tiklash usullari

Ko'p o'lchamli obektdan olinayotgan axborotlarni tasvirga aylantirishda bir necha xil usullardan foydalaniladi. Usullar ko'p, ularni ikki guruhga bo'lish mumkin:



Interatsion



Analitik

Interatsion usulda tasvirni qayta tiklashda ko'p yacheykali obektning tiklanish approksimatsiyasidan foydalaniladi, bunda yacheyka ichidagi zichlik o'zgarmas bo'lishi lozim. Obekt kesimidagi zichlik taqsimoti n ustunli kvadrat shaklidagi matritsalar va n qatorli elementar yacheykalar yordamida aniqlanadi.

Interatsion tasvirni qayta tiklash jarayonining bir necha algoritmlari tuzilgan. Shulardan biri qayta tiklashning algebraik usuli, buni Xaunsfild o'zining birinchi tomografida qo'llagan. Olingan nur tarkibiga kiruvchi har qanday axborotga zarur tuzatish kiritilgan. Yacheykalar bo'yicha korreksiyalashni bir vaqtning o'zida amalga oshiruvchi interatsion tiklanish usuli (inglizcha SIRT), interatsion usulni eng kichik kvadratlar (SIRT) bo'yicha bir vaqtda tasvirni yacheykalar bo'yicha qayta tiklashda korreksiyalash amalga oshiriladi. Bu ishlar tartib bilan amalga oshiriladi.

Analitik usulda teskari proeksiya usuli deb ataladigan Furye filtratsiyasidan, buralma filtratsiyadan, ikki o'lchamli Furye qayta tiklashlaridan foydalaniladi.

Analitik usulga kiruvchi teskari proeksiya usulida olinayotgan axborot tekshirilayotgan a'zodan o'tayotgan nur xossalariga bog'liq bo'ladi. Undagi fonlarning tasvir sifatiga ta'sirini kamaytirish maqsadida Furye o'zgartirish apparatidan foydalanib, modifikatsiyani va filtratsiyani amalga oshirish lozim bo'ladi.

Ushbu algoritmlarni amalga oshirishda tez hisoblaydigan EHM zarur bo'ladi, uni qisqacha tez o'zgartiruvchi Furye (TO'F) protsessori ham deyiladi. Ikki o'lchamli Furye qayta tiklashi nomi bilan ataluvchi analitik usulda o'lchangan har bir proyeksiya Furye qayta ishlashidan o'tkazilib, bir o'lchamli spektr va chastota hududlarida hisoblashlar o'tkaziladi. Keyin bu proyeksiyalar yig'ilib, Furye hududining qutbli koordinatalaridan to'rt to'g'riburchakli koordinatalarida interpolatsion hisoblashlar o'tkaziladi.

Buning natijasida kengaytirilgan hududli tasvir hosil qilinadi. Bunda ham tez hisoblaydigan EHM zarur bo'ladi. Quyidagi jadvalda yuqorida ko'rilgan usullarni amalga oshirishda qanday ko'paytirish amallarining bajarilishi ko'rsatilgan. Ko'pchilik seriyali ishlab chiqarilayotgan rentgen kompyuter tomograflarida filtratsiyaga ega bo'lgan teskari qayta tiklash algoritmidan foydalanilmoqda.

O'ta tez tekshirishga mo'ljallangan tomograflarda ikki o'lchamli Furiye qayta tiklashlaridan foydalaniladi. Hozirgi zamon kompyuter tomograflarida tasvirni matematik qayta ishlab, ekranda namoyon bo'lishi bir necha sekundlardan oshmaydi.

Matritsa formati	Interatsiya usuli			Analitik usul		
	ILST	SIRT	ART	Teskari proyeksiyali filtratsiya		Ikki o'lchamli Furiye qayta tiklash
				Furyega ko'ra	Teskari ish	
128	$6,6 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^9$	$6,6 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^5$
256	$52,7 \cdot 10^6$	$42,4 \cdot 10^9$	$52,7 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$
512	$421,7 \cdot 10^6$	$678,2 \cdot 10^9$	$421,7 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^7$
Umumiy ko'rinish	$P \cdot p^3 \cdot 10^6$	$P \cdot p^4 \cdot 10^6$	$P \cdot p^3 \cdot 10^6$	$0,6 \cdot p^3 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot p^3 \cdot 10^6$	$P^2(\log_2 p)^2 \cdot 10^6$

**3.KOMPYUTER
TOMOGRAFIYASINING
AVLODLARI VA ULARNING
XUSUSIYATLARI**

Kompyuter tomografiyasining rivojlanish jarayonida uning texnik imkoniyatlari, tekshirish usullari, xususiyatlari va tarkibiy qismlarini tuzilishiga ko'ra 4 avlodga ajratish qabul qilingan.

Rentgen kompyuter tomograflarining birinchi avlodiga

dastlabki tomograflar kiradi. Ularda tekshirilayotgan a'zo rentgen nurlatgichi bilan qattiq bog'langan bir detektor orqali tekshirilgan, bunda nurlatgich harakat yo'nalishi har grafada to'xtab, burilib 180 chiziqli skanirlashni amalga oshirgan. Ularda detektor sifatida yodli natriy kristallari asosida ishlangan ssintilator (ssintilator) fotoelektron kuchaytirgich (FEK)li detektordan foydalanilgan. *Birinchi avlod* tomograflarida nurlatgich detektor sistemasining qanday harakatlanishini anglatadi

Birinchi avlod tomograflari, asosan, bosh miyani tekshirishga mo'ljallangan bo'lsa, ikkinchi avlod tomograflari butun tanani tekshirishga mo'ljallangan. Ularning narxi unchalik qimmat bo'lmaganligi sababli, keyingi vaqtlarda neyrodagnostikada qo'llanilmoqda. Ammo bu ikkala avlod tomograflarining imkoniyatlari butun tana a'zolarini tez va sifatli tekshirish uchun yetarli emas. Shu sababli kompyuter tomograflarining butun tanani tekshirish uchun uchinchi va to'rtinchi avlodlarini yaratish zaruriyati tug'ildi va ular yaratildi.

Kompyuter tomografiyasining rivojlanish jarayonida uning texnik imkoniyatlari, tekshirish usullari, xususiyatlari va tarkibiy qismlarini tuzilishiga ko'ra 4 avlodga ajratish qabul qilingan.

Ikkinchi avlod

rentgen kompyuter tomograflarida rentgen nurlatgichidan chiqqan rentgen nuri bir necha (3÷52 gacha) detektorlar yordamida qabul qilingan va tekshirish, ya'ni nurlatgich — detektor sistemasidagi singari ko'rinish bo'yicha olingan va aylana bo'ylab harakatlangan. Buning natijasida rentgen nurining tarqalish yuzasini kengaytirishga, tasvir olinish qadamini kattalashtirib tekshirish vaqtini kamaytirishga erishilgan. Ishlatilgan detektorlar soniga ko'ra ikkinchi avlod tomograflari — sekin va tez tekshiruvchi tomograflarga ajratiladi.

Kompyuter tomografiyasining rivojlanish jarayonida uning texnik imkoniyatlari, tekshirish usullari, xususiyatlari va tarkibiy qismlarini tuzilishiga ko'ra 4 avlodga ajratish qabul qilingan.

Uchinchi avlod

tomograflarida rentgen nurining butun tanani kesib o'tadigan oqimi bilan tekshirish yo'lga qo'yilgan. Bunda detektor-nurlatgich sistemasi 180° yoki 360° ga uzluksiz aylanma harakat qiladi.

Nurlatgich impulsli rejimda ishlaydi hamda 300 va undan ko'p detektorlardan foydalaniladi. Buning natijasida zarur qalinlikdagi tasvir qatlamining hosil bo'lish vaqti 5 sekunddan oshmaydi. «Siemens» firmasining «Shimadzu — DR» tomografida bunday vaqt 1,4 sekunddan oshmaydi.

Kompyuter tomografiyasining rivojlanish jarayonida uning texnik imkoniyatlari, tekshirish usullari, xususiyatlari va tarkibiy qismlarini tuzilishiga ko'ra 4 avlodga ajratish qabul qilingan.

To'rtinchi avlod

tomograflarida detektorlar tekshirish qurilmasida butun doira bo'ylab joylashgan bo'lib, nurlatgich tekshirish vaqtida doira spiral bo'ylab harakatlanadi. Natijada, tekshirish vaqtining 1—3 sekunddan oshmasligi ta'minlanadi. Keyingi vaqtlarda zarur va murakkab tekshirishlarni sifatli amalga oshirish uchun yuqori texnik imkoniyatlarga ega bo'lgan rentgen kompyuter tomograflarini Gollandiyaning «Philips» va Germaniyaning «Siemens» Yaponiyaning «Shimadzu», «Toshiba», «Xitachi», AQSh ning «Jeneral elektrik» firmalari ishlab chiqarmoqda, ularning narxi qimmat.

Quyida ushbu to'rt avlod rentgen kompyuter tomograflarining asosiy texnik imkoniyatlarini ko'rsatuvchi jadval keltirilgan.

Kattaliklar	Avlodlar				
	Birinci	Ikkinchi		Uchinchi	To'rtinchi
		Sekin tekshiradigan	Tez tekshiradigan		
Tekshirish (skanerlash) vaqti (sek)	130÷300	45÷160	5÷33	1,3÷20	1÷20
Tekshirish (skanerlash) turi (yo'nalishi)	Qadamba-qadam oldinga aylana bo'ylab	Qadamba-qadam oldinga aylana bo'ylab	Qadamba-qadam oldinga aylana bo'ylab	Aylana bo'ylab	Aylana bo'ylab
Bir qatlam uchun detektorlar soni	1	3÷12	12÷52	256÷1024	600÷2000
Detektorlar ning asosiy turlari	Ssintilator fotoelekton kuchaytirgich juftligi	Ssintilator fotoelekton kuchaytirgich juftligi	Ssintilator fotoelekton kuchaytirgich juftligi	Ksenonli ionizatsion kamera	Ssintilator fotoelekton kuchaytirgich juftligi yoki fotodiod
Rentgen nuri oqimining yoyilish yuzasi	–	3 ⁰ ÷12 ⁰	12 ⁰ ÷26 ⁰	30 ⁰ ÷45 ⁰	48 ⁰ ÷50 ⁰
Skanerlashdagi qatlamlar soni	2	2	1	1	1
Asosiy qo'llanish azosi	Bosh	Bosh	Butun tana	Butun tana	Butun tana

4. RENTGEN NURLATGICHI VA MANBA QURILMASI

Rentgen kompyuter tomografi yordamida tasvirni olish jarayonida quyidagi vazifalar bajarilishi lozim:

tekshirish vaqtida intensivligi, spektral tarkibi bo'yicha stabil, kolimatsiyalangan (ajratilgan) rentgen nuri dastasini hosil qilish;

tekshirish vaqtida rentgen nuri dastasi va detektorlarning bemor atrofida aylanishi;

detektorlar sistemasi yordamida bemordan kuchsizlanib o'tgan nurlanishni o'lchash;

o'lchash natijalarini kuchaytirish va raqam ko'rinishiga keltirish;

tanlangan a'zo qalinligiga mos o'lchangan qiymatlarni sintezlab, tasvir hosil qilish;

bu tasvirni displey ekranida namoyon qilish.

Bu vazifalarni amalga oshiruvchi rentgen kompyuter tomografi quyidagi tarkibiy qismlardan iborat bo'lishi kerak:

rentgen nurlatgichi;

rentgen manba qurilmasi;

tekshirish (skaynirlash) qurilmasi va bemor stoli;

detektorlash sistemasi;

o'lchanayotgan signallarning elektron o'zgartgichi;

tasvirni qayta hosil qiluvchi hisoblash texnikasi;

tasvirni ko'rsatish va hujjatlash tirish vositalari.

Rentgen kompyuter tomografiyasida rentgen nurlatgichi va manba qurilmalariga yuqori texnik talablar qo'yiladi. Ularda ishlatiladigan rentgen nurlatgichlari oddiy rentgen apparatlaridagi nurlatgichlardan solishtirma issiqlik iste'moli, yuqori o'rtacha quvvat darajasi, katta va qisqa vaqtlardagi spektral tarkib va intensivlikning stabilligi bilan ajralib turadi.

Rentgen kompyuter tomograflarining nurlatgichlari nurlatgich turiga ko'ra uchta ish rejimida ishlashi mumkin:

1—4 daqiqa tekshirish vaqtiga ega bo'lgan uzluksiz rejim.

- «Yagoda» apparati chiqaradigan lazer nuri 0,63 mkm to'lqin uzunligiga va 12 W quvvatga ega. Uning shtativ qurilmasi davolash uchun nurni qulay holatga keltirish imkonini beradi. Shuningdek, uning lazer nuri tushish yuzasini 5—300 m gacha o'zgartirib davolash vaqtini 1—6 minutgacha belgilash mumkin

tekshirish vaqti 2—10 sek, impuls uzunligi 1 —10 ms va chastotasi 50—60 Gs bo'lgan impulsli rejim

- tekshirish vaqti 2—10 sek, impuls uzunligi 1 —10 ms va chastotasi 50—60 Gs bo'lgan impulsli rejim. Bunday rejim uchun aylanuvchi anodli quvvati 1004-150 kVt bo'lgan va setkasidan boshqariladigan impulsli rentgen trubkalaridan foydalaniladi. Bunday rejimda uchinchi avlod tomograflari ishlaydi;

tekshirish vaqti 2—10 sek, bo'lgan uzluksiz rejim.

- Bunda bemorlarni qulay holatga keltirish uchun tanaffuslar qilinadi, ularda aylanuvchi anodli sarf qilish quvvati 100 kVt gacha bo'lgan katta issiqlik sig'imiga ega bo'lgan nishonli anodga ega bo'lgan rentgen trubkalaridan foydalaniladi.

5. RENTGEN KOMPYUTER TOMOGRAFLARINING TARKIBIY QISMLARI.

Rentgen kompyuter tomograflarining tarkibiy qismlari quyidagi asosiy qismlardan iborat: Detektorlash sistemasi, skanerlash qurilmasi va bemor stoli

Skanerlash - deganda turli xil nurlanishlar yordamida nurlanish manbayi bilan qabul qilish qurilmalari, ya'ni rentgen kompyuter tomograflarida rentgen nurlatgichi bilan detektor sistemalarining tekshirilayotgan obektdan o'tgan rentgen nurlarini qayd qilib, elektr signaliga aylantirish tushuniladi.

Bunda:

bemorni tekshirish vaqtida kiritilishi lozim bo'lgan aperturaga ega bo'lgan nurlatgich detektor sistemasining zarur yo'nalishlarda harakatini ta'minlovchi elektromexanik qurilma — stanina,

nurlatgich detektor sistemasini yoki nurlatgichni zarur yo'nalishlarda harakatini ta'minlovchi servo dvigatellar (oldiga ham orqaga aylanuvchi dvigatellar)

kordinata datchiklari, ya'ni nurlatgichning harakat yo'nalishi va burchagini belgilash qurilmalari,

ichida simlari bo'lgan va skanerlash qurilmasining harakatlanuvchi va qo'zg'almas qismlari orasida energiya va axborot almashinuvchi ta'minlovchi trubalar,

skanerlash qurilmasining harakatlanuvchi qismlari harakati vaqtida energiya va axborot almashinuvini ta'minlovchi simlarning yig'ilishi va uzayishini ta'minlovchi simlar (kabellar) qurilmasi,

bemorni tekshirish vaqtida zarur a'zosining to'g'ri joylashtirilganini bildiruvchi optik vizir sistemasi, ya'ni tekshirilayotgan a'zoni ko'rsatuvchi chiroq sisemasi hamda bemorni zarur holatga keltirib, skanerlash qurilmasi teshigiga kirituvchi bemor stoli kiradi.

Skanerlash qurilmasining zamonaviy kompyuter tomograflarida aylanish tezligi 1 ayl/0,22 sekundgacha boradi va mexanik qurilmalarning chiziqli va burchakli kordinatalar bo'yicha harakatlanish xatoligi 0,01 % dan oshmaydi.

Bemor stoli konstruktiv jihatdan skanerlash qurilmasi bilan bog'langan bo'ladi, ular bemorning boshini tekshirish vaqtida 400 mm gacha, tanasining boshqa qismlarini tekshirishda 1500 mm gacha gorizontaal o'q bo'yicha va ± 150 mm gacha vertikal o'q bo'yicha harakatlantirib, zarur holatga keltirishni ta'minlaydi. Bunda tanlangan proeksiya xatoligi 0,5 mm dan oshmaydi.

Bemorni rentgen nurini to'smaydigan materialdan ishlangan ko'chuvchi aravacha yoki lentasimon transportyor yordamida teshikka kirgaziladi. Bemor stolining ishi uning o'zidagi hamda boshqaruv pultidagi zarur tugmachalarni bosish orqali boshqariladi. Bemor stolining bo'ylama harakati qadamining uzunligi tekshirilayotgan a'zo qalinligiga bog'liq bo'ladi. Skanerlash qurilmasida rentgen kompyuter tomografining avlodlariga, texnik imkoniyatlariga mos holda, zarur detektorlar sistemasi o'rnatilgan bo'ladi.

Bu sistemaga kiruvchi detektorlar quyidagi talablarni qondiruvchi kattaliklarga ega bo'lishi lozim:

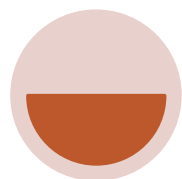
rentgen nurining 100 % gacha yutilishini ta'minlashi kerak, chunki yutilish koeffitsiyentining past bo'lishi nurlanish tabiatidan kelib chiqadigan shovqinlarning ko'payishiga sabab bo'ladi;

1 ga yaqin shovqin koeffitsiyentiga ega bo'lishi kerak, ya'ni detektordan chiqayotgan signal tushayotgan nurga proporsional bo'lishi kerak. Detektorning xususiy shovqini rentgen nurlanish intensivligining fluktuatsiyasidan sezilarli kichik bo'lishi kerak;

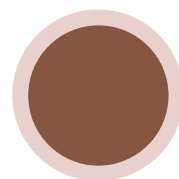
o'zgartirish koeffitsiyenti rentgen nurining har qanday intensivligi qiymatlarida o'zgarmas bo'lishi lozim va tushgan nur intensivligiga mos elektr signalining dinamik diapozonda 1000 martadan 10000 martagacha bog'liqligini ta'minlashi lozim;

tekshirish vaqtida zarur tezlik bilan zarur intensivlikdagi nur o'lchanishining ta'minlashi va detektorlarning bu sistemadagi boshqa detektorlar parametridan farqi $5 + 10$ % dan oshmasligi lozim

Hozirgi vaqtda seriyalab ishlab chiqarilayotgan kompyuter tomograflarida detektorlarning ikki turi ishlatiladi:



Sintilatsion
detektorlar



Ionizatsion
kameralar

Ksenonli ionizatsion kameralar III va IV avlod tomograflarida ishlatilgan bo'lib, bunda ionizatsion kameralar ko'p elementli matritsa shaklida joylashtirilgan. Ionizatsion kameralar ichida 25-28 kg_s/sm² bosim ostida joylashtirilgan yuqori atom raqamiga ega ($Z = 54$) ksenon rentgen nurining zarur effektivlikda yutilishini ta'minlaydi. Ionizatsion kameradagi ionlarni yig'ish davri 1—5 ms dan oshmaydi. Bu ionizatsion kameralarning impuls rejimida ishlaydigan III avlod tomograflarida foydalanish imkoniyatini beradi.

Sintilatsion detektorlar kristall sintilator va fotodiod yoki fotoelektron kuchaytirgichdan (FEK) iborat bo'ladi.

Sintilator sifatida atom raqami katta bo'lgan neorganik kristallardan foydalaniladi, bular Na J (Tl), Cs J (Tl), Ca F₂, Bi Ge₃ OI₂ va shu kabi kristallar bo'lishi mumkin.

Sintilatsion detektorlarda yorug'lik qabul qiluvchi sifatida fotodiod ko'pincha kremniyli fotodioldan yoki fotoelektron kuchaytirgich (FEK)dan foydalaniladi. I va II avlod tomograflarida fotoelektron kuchaytirgich (FEK)li detektorlardan foydalaniladi.

Fotoelektron kuchaytirgich (FEK) larni xarakteristikalaridagi ba'zi notekisliklar keyingi avlod tomograflarida ular bilan bir qatorda sezgirligi 10 barobar past bo'lgan fotodioldan foydalanish imkoniyatini amalga oshirmoqda. Bunda ulardagi rentgen nurlanishi intensivligining yetarli darajada kattaligidan foydalaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. A.H. Haydarov, B.B. Goibnazarov, K.Y. Berdieva – Tibbiy jixozlarga texnik xizmat ko'rsatish tizimi-, Tashkent 2019
2. I.I. Mukimjonov, A.R. Khudoyberganov, T. Usmanov —Elektron tibbiyot texnikalarini ta'mirlash, texnik xizmat ko'rsatish —Ibn Sino, 2014
3. K. Yu. Yuldashev, Yu. A. Koulikov. "Fizioterapiya", T., "Ibn Sino", 2018
4. P. R. Ismatullayev, A. N. Maksudov, A. Kh. Abdullayev, B. M. Akhmedov, A. A. Azamov. Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. —Uzbekistan Tashkent 2018
5. Leslie Cromwell, Biomedical Instrumentation and measurement, 2nd edition, Prentice hall of India, New Delhi, 2015.
6. John G. Webster, Medical Instrumentation Application and Design, 4th edition, Wiley India Pvt Ltd, New Delhi, 2015.
7. Joseph J. Carr and John M. Brown, Introduction to Biomedical Equipment Technology, Pearson Education, 2004.
8. Myer Kutz, Standard Handbook of Biomedical Engineering and Design, McGraw Hill Publisher, 2003.
9. Khandpur R.S, Handbook of Biomedical Instrumentation, 3rd edition, Tata McGraw-Hill New Delhi, 2014

**E'tiboringiz
uchun rahmat!**