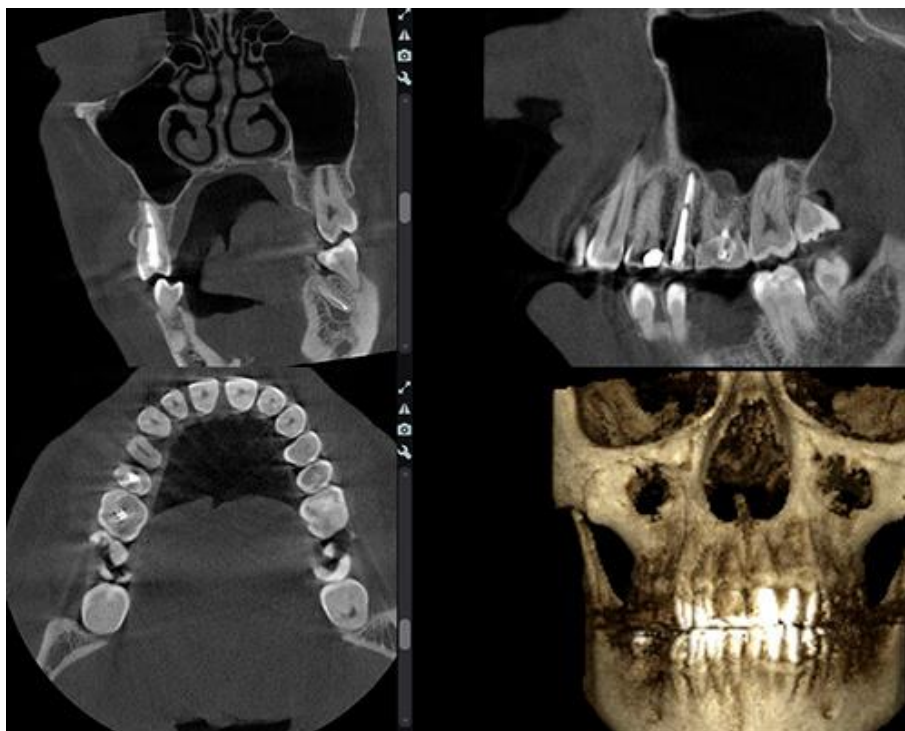


IBRAGIMOV SAID SANJAROVICH

TIBBIY RADIOLOGIYA FANIDAN

NUR DIAGNOSTIKA ASOSLARI VA TAMOYILLARI

O'QUV QO'LLANMA



**KAFOLAT TAFAKKUR
ANDIJON - 2023**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG‘LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI

ANDIJON DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI

ONKOLOGIYA VA TIBBIY RADIOLOGIYA KAFEDRASI

IBRAGIMOV SAID SANJAROVICH

Tibbiy radiologiya fanidan

NUR DIAGNOSTIKA ASOSLARI VA TAMOYILLARI

O‘QUV QO‘LLANMA

5510100- davolash ishi



**KAFOLAT TAFAKKUR
ANDIJON - 2023**

UO'K: 616-073.916 (075.8)

KBK: 56.7

I15

MUALLIF:

Ibragimov S.S. –t.f.d., ADTI Onkologiya va tibbiy radiologiya kafedrası professori.

TAQRIZCHILAR:

Mirzaev B. B. -t.f.d., professor, FJSTI Umumiy xirurgiya kafedrası mudiri.

Sultonqulova M.K. -t.f.n.ADTI Onkologiya va tibbiy radiologiya kafedrası dotsenti.

O'quv qo'llanmada an'anaviy rentgen diagnostikasi, rentgen-kompyuter tomografiyasi, magnit-rezonans tomografiyasi, ultratovush diagnostikasi, radionuklid diagnostikasi bo'yicha so'nggi ilmiy ma'lumotlar yoritilgan, nur diagnostika usullarining fizik-texnik asoslari, turli organlar va tizimlarni o'rganishda ma'lum tibbiy tasvirlash texnologiyalarining imkoniyatlari ko'rsatilgan. Ularning cheklovlari va kamchiliklari taqdim etilgan. Nur semiotikasi asoslari keltirib o'tilgan. Nur diagnostikaning turli usullarini qo'llashda radiatsiyaviy xavfsizlik masalasi aspektlari ko'rib chiqilgan. Tibbiyot oliy o'quv yurtlarining davolash fakulteti talabalari uchun mo'ljallangan.

ISBN: 978-9910-9626-0-8

6012



© IBRAGIMOV SAID SANJAROVICH, 2023
© "KAFOLAT TAFAKKUR" MCHJ, 2023

ANNATATSIYA

O'quv qo'llanmada an'anaviy rentgen diagnostikasi, rentgen-kompyuter tomografiyasi, magnit-rezonans tomografiyasi, ultratovush diagnostikasi, radionuklid diagnostikasi bo'yicha so'nggi ilmiy ma'lumotlar yoritilgan, nur diagnostika usullarining fizik-texnik asoslari, turli organlar va tizimlarni o'rganishda ma'lum tibbiy tasvirlash texnologiyalarining imkoniyatlari ko'rsatilgan. Ularning cheklovlari va kamchiliklari taqdim etilgan. Nur semiotikasi asoslari keltirib o'tilgan. Nur diagnostikaning turli usullarini qo'llashda radiatsiyaviy xavfsizlik masalasi aspektlari ko'rib chiqilgan. Tibbiyot oliy o'quv yurtlarining davolash fakulteti talabalari uchun mo'ljallangan.

АННОТАЦИЯ

В учебно-методическом пособии освещены новейшие научные данные по вопросам традиционной рентгенодиагностики, рентгеновской компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, ультразвуковой диагностики, радионуклидной диагностики, изложены физико-технические основы методов лучевой диагностики, возможности отдельных технологий медицинской визуализации при исследовании различных органов и систем. Представлены их ограничения и недостатки. Даны основы лучевой семиотики. Рассмотрены аспекты радиационной безопасности при применении различных методов лучевой диагностики. Предназначено для студентов лечебных факультетов медицинских вузов.

ANNOTATION

The educational and methodological manual highlights the latest scientific data on traditional X-ray diagnostics, X-ray computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasound diagnostics, radionuclide diagnostics, outlines the physical and technical foundations of methods of radiation diagnostics, the possibilities of individual medical imaging technologies in the study of various organs and systems. Their limitations and disadvantages are presented. The basics of radiation semiotics are given. The aspects of radiation safety in the application of various methods of radiation diagnostics are considered. It is intended for students of medical faculties of medical universities.

“NUR DIAGNOSTIKA ASOSLARI VA TAMOIYILLARI”

MOTIVATSION XARAKTERISTIKA

Motivatsion xarakteristika: Nur diagnostika va nur terapiyasi - bu tibbiyot fanida va amaliyotida qo'llaniladigan nur diagnostika va nur terapiyasi usullari, turli kasalliklarning nur semiotikasi to'g'risidagi tizimlashtirilgan ilmiy bilimlarni o'z ichiga olgan fandır. Nur diagnostika usullari yuqori informatsionligi, ishonchliligi bilan ajralib turadigan metod hisoblanadi hamda aholini klinik va profilaktik o'rganish (tadqiq qilish) tizimida yetakchi o'rinlardan birini egallaydi.

Barcha birlamchi tashxislarning aksariyati nur diagnostika usullari yordamida amalga oshiriladi va kasalliklarning ma'lum qismida esa ushbu metodlardan foydalanmay turib tashxis qo'yishni umuman tasavvur qilib bo'lmaydi. Tadqiqotning nur usullari shuningdek intraskopik usullar deb ham ataladi, ya'ni ushbu metod "Ichkarini ko'rish" imkoniyatini berib, ular terapevtlar, ortoped-travmatologlar, nevrologlar va neyroxirurglar, onkologlar, jarrohlar, akusher-ginekologlar, otorinolaringologlar va boshqalarning amaliyotida turli yoshdagi odamlarning aksariyat kasalliklarini tashxislashda asosiy metod hisoblanadi. Tasvirlarni raqamli uzatish usullarining joriy qilinishi bilan nur diagnostika usullarining roli yanada oshdi.

Nur davolash usullari oldida kasallikning tabiatini topish va aniqlashtirish vazifasi bilan bir qatorda konservativ va jarrohlik davolash natijalarini baholash, patologik jarayonning borishini dinamik kuzatib borish va rekonvalesentsiya (tuzalish)ning to'liq borishi masalasi ham turadi. Nur terapiyasi jarrohlik va kimyoterapiya bilan bir qatorda xavfli o'smalarni davolashning asosiy usullaridan biri hisoblanadi.

Nur diagnostika, shuningdek, nur diagnostika usullariga asoslangan davolas amaliyotini qo'llashdan iborat bo'lgan intervension radiologiyaning tarkibiga ham kiradi. Mazkur o'quv qo'llanmada mualliflar an'anaviy rentgen diagnostikasi, rentgen-kompyuter tomografiyasi, magnit-rezonans tomografiyasi, ultratovush

diagnostikasi va radionuklid diagnostikasi masalalari bo'yicha eng so'nggi ilmiy ma'lumotlarni yoritishga harakat qilganlar. Metodlarning fizik va texnik asoslari, turli organlar va tizimlarni o'rganish borasida tibbiy tasvirlashda muayyan texnologiyalar imkoniyatlari ko'rsatilgan.

Shuni yodda tutish kerakki, nur diagnostikasining ba'zi usullari tirik organizmga salbiy ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun har bir muayyan holatda tadqiqot usulini tanlash to'g'riligi "FAYDA-ZARAR" tezisi nuqtai nazaridan hal qilinishi kerak, ayniqsa bolalar va homilador ayollarni o'rganishda bu yanada muhimdir. Shuningdek nur diagnostika shifokori hamda davolovchi shifokorning vazifalariga bemorni tekshirishning maqbul rejasini ishlab chiqish va kerak bo'lganda bitta kasallik tadqiqotini boshqasiga to'ldirish yoki almashtirishni o'z ichiga oladi.

O'quv-uslubiy qo'llanmada Respublika tibbiyot oliy o'quv yurtlarining tibbiyot, pediatriya va tibbiy profilaktika fakultetlarining 3-kurs talabalari uchun "Nur diagnostika va nur terapiyasi" fanining o'quv rejasida nazarda tutilgan barcha asosiy bo'limlar aks ettirilgan.

Maqsad: talabalarni nur diagnostika usullarning asoslari va tamoyillari bilan tanishtirish.

Vazifalar: birlamchi o'rganishlarning taqdim etilgan materiallariga ko'ra (rentgenogrammlar, chiziqli va kompyuter tomogrammlari, exogrammlar, MRT- tasvirlar, sintigrammlar), nur tekshirish usulini, ko'rsatmalarni, usulning imkoniyatlarini va cheklovlarini aniqlash.

Boshlang'ich bilim darajasiga qo'yiladigan talablar.

“Nurdiagnostika asoslari va tamoyillari” mavzusini muvaffaqiyatli o'rganish talabaning quyidagi fanlar bo'limlari bo'yicha olgan bilim va ko'nikmalari asosida amalga oshiriladi:

Umumiy kimyo. Kimyoviy elementlar va ularning birikmalari. Kimyoviy reaksiyalar.

Tibbiy va biologik fizika. Ionlashtiruvchi nurlanishlarning xususiyatlari. Radioaktivlik. Ionlashtiruvchi nurlanishning moddalar bilan o'zaro ta'siri. Ionlashtiruvchi nurlanishlarning dozimetriyasi.

Tibbiy biologiya va umumiy genetika. Inson faoliyatining biologik asoslari. Hayotning tashkiliy darajalari: molekulyar-genetik, hujayrali, organizm, populyatsiya-tur, biogeotsenotik.

Odam anatomiyasi. Inson tanasining tuzilishi, uni tashkil etuvchi tizimlar, organlar, to'qimalar, organizmning jinsiy va yosh xususiyatlari.

Radiatsion va ekologik tibbiyot. Ionlashtiruvchi nurlanishlarning tirik organizmlarga ta'siri.

Normal fiziologiya. Tana va uning himoya tizimlari. Fiziologik funksiyalarni shakllanish va regulyatsiyasi asosiy tamoyillari.

Patologik anatomiya. Tipik patologik jarayonlarning sabablari, mexanizmlari va eng muhim ko'rinishlari. "Yallig'lanish", "o'simta" tushunchalarining ta'rifi. Shishlarni xarakterlovchi atipizmning asosiy turlari.

Patologik fiziologiya. Etiologiya. Patogenez haqidagi ta'limot. Patologiyada organizm reaktivligining ahamiyati.

Farmakologiya. Saratonga qarshi dori vositalarini tasniflash tamoyillari. Kimyoterapevtik dori preparatlarining ta'sir mexanizmi haqidagi zamonaviy qarashlar.

Nazorat savollari:

1. Nur diagnostikada elektromagnit tebranishlarning qanday turlaridan foydalaniladi?
2. Rentgen trubkasi qurilmasi.
3. Rentgen nurlanishining asosiy xossalari.
4. Asosiy va maxsus tadqiqot usullarini sanab bering.
5. Ftoroskopiya, rentgenografiya, flyuroografiya tamoyillari.
6. Raqamli (digital) rentgenografiya.
7. Chiziqli tomografiya.
8. Sun'iy kontrast qo'yish (yoritish) usullari, kontrast moddalarning turlari.
9. Kompyuter tomografining ishlash asoslari va tamoyillari.
10. Spiral va multispiral kompyuter tomografiyasi.
11. Magnit-rezonans tomografining fizik asoslari va ishlash tamoyillari.
12. Magnit-rezonans tomografiyada organlar va to'qimalar tasvirining xususiyatlari.
13. MRTda ishlatiladigan asosiy impuls ketma-ketliklari.
14. MRTning afzalliklari va cheklovlari.
15. Ultratovushning fizik asoslari va ultratovushli tadqiqot usullari.
16. Dopplerografiyaning imkoniyatlari.
17. Ultratovush tekshiruvlarini tavsiflashda ishlatiladigan asosiy atamalar.
18. Ultratovush usuli (UZD) cheklovi.
19. Nurlanishlardan diagnostik foydalanishda nurlanishdan himoyalaniş va mehnatni muhofaza qilish choralari tamoyillari.

NUR DIAGNOSTIKA USULLARI VA TAMOYILLARI

Nur diagnostika - normal va patologik sharoitlarda ichki organlarning tuzilishi va faoliyatini o'rganish uchun turli xil nurlanish turlarini, shuningdek, yuqori chastotali tovush tebranishlarini qo'llash haqidagi fan. Nur diagnostikarentgen diagnostikasi yoki **rentgenologiyani** (bularga rentgen-kompyuter tomografiyasiham kiradi -R KT), **magnit-rezonans tomografiyasi (MRT)**, **ultratovush diagnostikasi (UZD)**, radionuklid diagnostikasi va shuningdek **intervension radiologiyalarni** o'z ichiga oladi.

Rentgen diagnostikasi (radiologiya) rentgen nurlaridan foydalanishga asoslanadi; **magnit-rezonans tomografiyadan** foydalanish radiochastota diapazonining elektromagnit to'lqinlari va doimiy magnit maydonga asoslanadi; **ultratovush diagnostikasi (sonografiya)** - ultratovush to'lqinlaridan foydalanishga asoslanadi. Nur diagnostika usullariga, shuningdek, ma'lum bir **radionuklid** (radiofarmatsevtik preparat - RFP) ni o'z ichiga olgan organizmga kiritilgan dori vositalaridan nurlanishni qayd etish tamoyiliga asoslangan **radionuklid diagnostikasi**ham kiradi. Nur metodlarga **intervension radiologiya** juda yaqin bolib, u nur usullaridan foydalangan holda diagnostika va davolash manipulyatsiyalarini amalga oshirishni o'z ichiga oladi.

Quyidabarchanur diagnostikametodlarining asoslari ko'rib chiqiladi.

NUR DIAGNOSTIKANING FIZIK-TEXNIK ASOSLARI

Rentgen diagnostikasi usullari barcha nurmetodlar orasida eng ko'p qo'llaniladi va tadqiqotlar soni bo'yicha hali ham yetakchi o'rinni egallaydi. Aynan ular haligacha travmatik shikastlanishlar va skelet kasalliklari, o'pka, ovqat hazm qilish trakti kasalliklari va boshqalarni tashxislash uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Bu rentgen apparatlarining nisbatan arzonligi, soddaligi, ishonchliligi va azaldan tashkil topgan an'anaviy rentgenologiya maktabi bilan bog'liq. Deyarli barcha mutaxassislar o'z faoliyatlari davomida u yoki bu darajada, rentgen tasvirlarini talqin qilish zarurati bilan duch kelishadi.

Ultratovush, magnit-rezonans va izotop tadqiqotlari XX asrning 70-80-yillarida tibbiy amaliyot uchun foydali bo'lgan diagnostika usullari darajasiga ko'tarilgan bo'lsa, rentgen nurlanishi XIX asrning oxirida kashf qilingandi va tibbiyotda qo'llanila boshlangan edi.

Vilgelm Konrad Rentgen va uning X nurlari

1894 yilda Vyursburg universitetining fizika professori Vilgelm Konrad Rentgen (1-rasmda) vakuum naychalaridagi elektr zaryadini eksperimental tadqiqotlarini boshlaydi. Bu sohada allaqachon boshqa tadqiqotchilar (fransuz fizigi Antuan-Filiber-Masson, ingliz fizigi Uilyam Kruks va nemis fizigi Filipp fon Lenard) tomonidan ko'p ishlar amalga oshirilgan edi.



1-rasm. Vilgelm Konrad Rentgen
(1845-1923)



2-rasm Berta Rentgenning 1895-yil 22-dekabrda olingan rentgen tasviri

1985 yil 8 noyabrda V.K. Rentgen o'z laboratoriyasida yuqori kuchlanishli tok bilan ta'minlangan elektrovakuum trubkasi bilan ishlayotgan bo'ladi. Kuzatishlarni osonlashtirish uchun Rentgen xonani qorong'ilashtiradi va naychani qalin, shaffof bo'lmagan qora qog'ozga o'raydi. Ajablanarlisi, u ma'lum masofada platinosiyani bariy bilan qoplangan ekranda fluoressensiya tasma-sini ko'radi. Uning ajablanishi, o'sha paytlarda katod nurlarining faqat qisqa ta'sirli

ekanligi va moddaning faqat naycha yaqinida porlashiga olib kelishi mumkinligi ma'lumligi bilan bog'liq edi. Hozirgi holatda esa, gap taxminan ikki metr masofaga yetayotganta'sir haqida ketayotgandi. Rentgen xato ehtimolini sinchkovlik bilan tahlil qildi va tekshirib chiqdi va nurlanish manbai zanjirning bir qismi yoki induktiv g'altak emas, balki aynan vakuum trubkasi ekanligiga ishonch hosil qildi. Fluoressensiya har safar faqat trubka yoqilganda paydo bo'lardi.

Shunda V.K. Rentgen ekranning porlashi katod nurlari bilan emas, balki ancha masofada harakat qila oladigan, ilgari noma'lum bo'lgan boshqa turdagi nurlar bilan bog'liq ekanligini taxmin qildi. Binobarin, u bu nurlarni – **X-nurlari** (noma'lum nurlar) deb atadi.

Keyingi yetti hafta davomida Rentgen o'z laboratoriyasini tark etmay, yangi turdagi noma'lum yoxud X- nurlari bilan tadqiqotlar olib bordi.

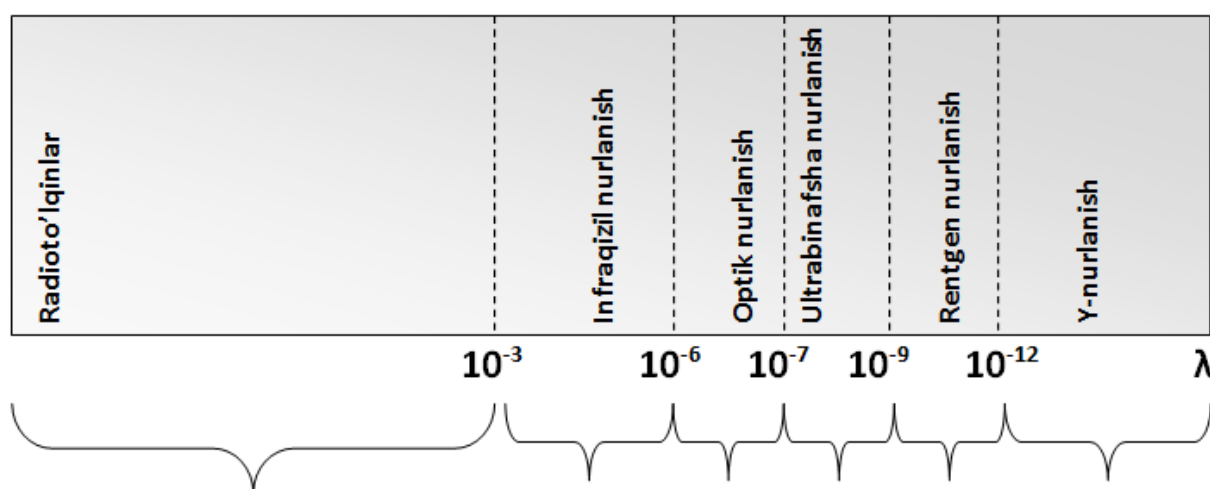
1895-yil 22-dekabrda Rentgen tomonidan X-nurlari yordamida olingan xotini Berta Rentgenning bilagi surati keng ommada juda mashhur bo'ldi (2-rasm). Yumshoq to'qimalarning (x-nurlarini kamroq darajada saqlab qolgan) tasviri fonida suyaklari va barmoq ustidagi uzukning soyasiani ko'rinib turardi. Aslini olganda, bu tarixdagi birinchi rentgenogramma edi. Juda qisqa vaqt ichida Rentgen yangi X-nurlarining barcha asosiy xususiyatlarini o'rganib chiqdi va tavsiflab berdi.

"Keyinchalik uning nomi bilan atalgan ajoyib nurlarning kashf etilishida namoyon bo'lgan ilm-fan uchun juda muhim xizmatlarini e'tirof etish belgisi sifatida" Rentgen Nobel mukofotining fizika bo'yicha birinchi (1901) laureati bo'ldi. 1906 yilda Rentgenologiya bo'yicha birinchi Xalqaro syezdning qarori bilan rentgen nurlari X-nurlari deb nomlandi.

Rentgen nurlanishining asosiy xossalari.

Rentgen apparati

Rentgen nurlari - umumiy to'liq spektrida ultrabinafsha nurlar va γ -nurlar o'rtasida joylashgan elektromagnit to'liqlar (kvantlar oqimi, fotonlar) hisoblanadi. Ular radioto'liqlar, infraqizil nurlanish, ko'rinadigan yorug'lik va ultrabinafsha nurlanishdan to'liqning qisqaroq bo'lgan uzunligi bilan farqlanadi (3-rasm). Rentgen nurlarining (λ) to'liq uzunligi (l) 10 nm dan 0,005 nm gacha (10^{-9} - 10^{-12} m) ni tashkil etadi.



3-rasm. Elektromagnit nurlanishning umumiy spektridagi rentgen nurlanishining holati.

Rentgen nurlari elektromagnit to'liqlar bo'lgani uchun, to'liq uzunligidan tashqari, ular har bir kvant (foton) olib yuradigan chastota va energiya bilan tavsiflanishi mumkin. Rentgen fotonlari 3×10^{16} Gs dan 6×10^{19} gacha bo'lgan chastotali nurlanishga to'g'ri keladigan 100 eV dan 250 keV gacha energiyaga egadir. Rentgen nurlarining tarqalish tezligi yorug'lik tezligi - 300 000 km/s ga tengdir.

Rentgen nurlarining asosiy xususiyatlari:

- 1) yuqori o'tkazuvchanlik xususiyati;
- 2) yutilish va sochilib (tarqalib) ketish;

3) **tarqalishning to'g'riligi**– rentgentasvir har doim o'rganilayotgan obyektning shaklini aniq takrorlaydi;

4) ba'zi bir moddalar - **lyuminoforlar** (ular rentgenoskopiya va fluorografiya qo'llaniladi) orqali o'tayotganda **fluoressensiya (porlash)** hosil qilish qobiliyati;

5) **fotokimyoviy ta'sir** - ko'rinadigan yorug'lik kabi, fotografik emulsiyaga tushgan rentgen nurlari, kumushni qayta tiklaydigan kimyoviy reaksiyaga sabab bo'lgan holda harakat qilish imkoniyatiga ega - fotosensitiv materiallarga tasvirni muhrlashshu jarayonga asoslanadi;

6) **moddalarning ionlanishi** - neytral atomlarning musbat va manfiy ionlarga parchalanishini chaqirish qobiliyati;

7) **biologik ta'sir** - rentgen nurlarining tana to'qimalariga ionlashtiruvchi ta'siri bilan bog'liq bo'lib, bu bemorga, vrach-rentgenologga va rentgenlaborantga bo'lgan noxush, salbiy ta'sirni aniqlaydi;

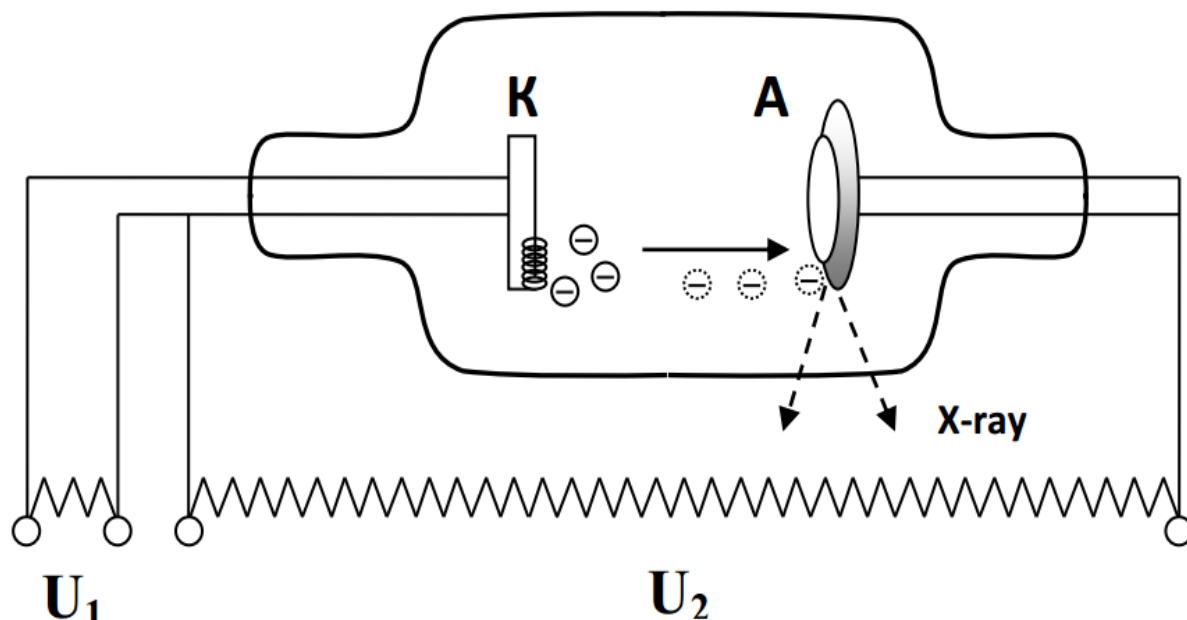
8) **sezgi organlari tomonidan qabul qilmaslik** - yashirin xavf mana shundadir, chunki odam rentgen nurlanishining (har qanday nurlanishlar kabi) ta'sir qilish vaqtini sezmaydi.

Har qanday **rentgen diagnostika tizimi** uchta asosiy komponentdan iborat: **rentgen trubkasi, o'rganish obyekti (bemor)** va rentgen tasvirini qabul qiluvchi qurilma (4-rasm).

Rentgen naychasi vakuumli shisha kolba bo'lib, unga ikkita qarama-qarshi uchida ikkita elektrod, anod va katod kavsharlanadi. Katod yupqa spiral, anod esa elektronlar borib uriladigan qiyshiq sirtli diskdir (4-rasm).

Rentgen nurlarini ishlab chiqarishni quyidagi bosqichlarga bo'lish mumkin(4-rasm):

1) **katod spiralidagi termoelektron emissiya** - past kuchlanishli oqim yoqilganda (U_1 zanjiri, kuchlanishi atigi 6-14 volt), katod iipiqiziydi va uning atrofida erkin elektronlar yoki "elektron bulut" paydo bo'lganda paydo bo'ladi;



4-rasm. Rentgen naychasi qurilmasining sxemasi, bunda **K** - katod, **A** - anod, U_1 - past kuchlanish zanjiri, U_2 - yuqori kuchlanish zanjiri, tekis o'q - elektronlarning katoddan anodga harakatlanishi, siniq o'qlar rentgen nurlari.

2) **elektrodlarga yuqori kuchlanishli tokning berilishi** (U_2 zanjiri, o'nlab va yuzlab kilovoltli kuchlanish) - bu vaqtda erkin elektronlar anodga qarab tezlik bilan harakatlanadi hamda uning yuzasiga katta kuch bilan uriladi va ularning tormozlanishi yuzaga keladi, bu elektronlarning kinetik energiyasi esa asosan termal nurlanishga aylanadi (95% dan yuqori); anodni haddan tashqari qizib ketishdan (eritishdan) himoya qilish uchun u yuqori tezlikda aylanadi;

3) **rentgen nurlari taramini hosil qilish** - elektronlarning anodga tormozlanishi natijasida hosil bo'lgan umumiy energiyaning bir necha foizigina rentgen nurlariga aylanadi.

Hosil bo'lgan rentgen nurlarining to'lqin uzunligi elektronlarning tezligiga bog'liq - tezlik qanchalik baland bo'lsa, to'lqin uzunligi shunchalik qisqa bo'ladi,

shu bilan birga nurlarning **kirib borish kuchi** ortadi. Agar transformatorning kuchlanishini o'zgartirilsa, elektronlarning tezligini nazorat qilish mumkin bo'ladiv kuchli o'tuvchi qisqa to'liqinli nurlarni (ular **qattiq** deb ham ataladi) yoki zaif kirib boradigan uzun to'liqinli (**yumshoq**) nurlarni olish mumkin.

Anod yuzasida elektronlarning tormozlanishi natijasida olingan rentgen nurlanishi **tormoz nurlanish** yoki birlamchi nurlanish deb ataladi.

Rentgen nurlanishining yana bir turi mavjud, **xarakteristik** yoki ikkilamchi nurlanish deb ataladi. Xarakteristik nurlanish atomlarning ichki elektron qatlamlarining o'zgarishi natijasida paydo bo'ladi. Diagnostika maqsadlarida xarakteristik nurlanishdan foydalanilmaydi, birinchidan, bu nurlanish "yumshoq" rentgen nurlari oralig'ida joylashgan, ikkinchidan, uni o'zgartirish mumkin emas, chunonchi rentgen diagnostikasida qarab har bir muayyan vaziyatda tadqiqot maqsadlariga ko'ra rentgen nurlari ma'lum parametrlarni kiritishlozim bo'ladi.

Rentgen nurlanishi o'rganilayotgan obyekt (bemor) bilan o'zaro ta'sirga kirishganda, nurlanish sifat va miqdor jihatdan o'zgaradi. Yuqorida aytib o'tilganidek, rentgen nurlarining **kirib borish kuchi** birinchi navbatda **kvantlarning energiyasi yoki to'liqin uzunligi** (qattiq va yumshoq nurlanish) bilan belgilanadi. Rentgen nurlarining to'qimalar tomonidan yutilish darajasi har xil bo'lib, obyektни tashkil etuvchi elementlarning **zichligi va atom og'irligiga** bog'liq. O'rganilayotgan obyekt (organ)ni tashkil etuvchi moddaning zichligi va atom og'irligi qanchalik katta bo'lsa, rentgen nurlari shunchalik ko'p yutiladi (ya'ni "ushlanib qoladi"). Inson tanasida turli xil zichlikdagi organlar va to'qimalar, masalan, suyaklar, yumshoq to'qimalar, o'pkalar va boshqalar mavjud bo'lib, bu rentgen nurlarining turli xil yutilishini izohlaydi. Bundan tashqari, nurlarning yutilish darajasi organning **hajmi (qalinligi)** ya'ni, rentgen nurlarining to'qimalarida bosib o'tgan masofasi bilan ham belgilanadi.

Quyidagilar rentgen **tasvirini qabul qiluvchi** sifatida ishlatiladi:

- flyuoressent ekran;
- rentgen plyonkasi;

– maxsus detektorlar – raqamli elektron panellar (raqamli rentgenografiya uchun).

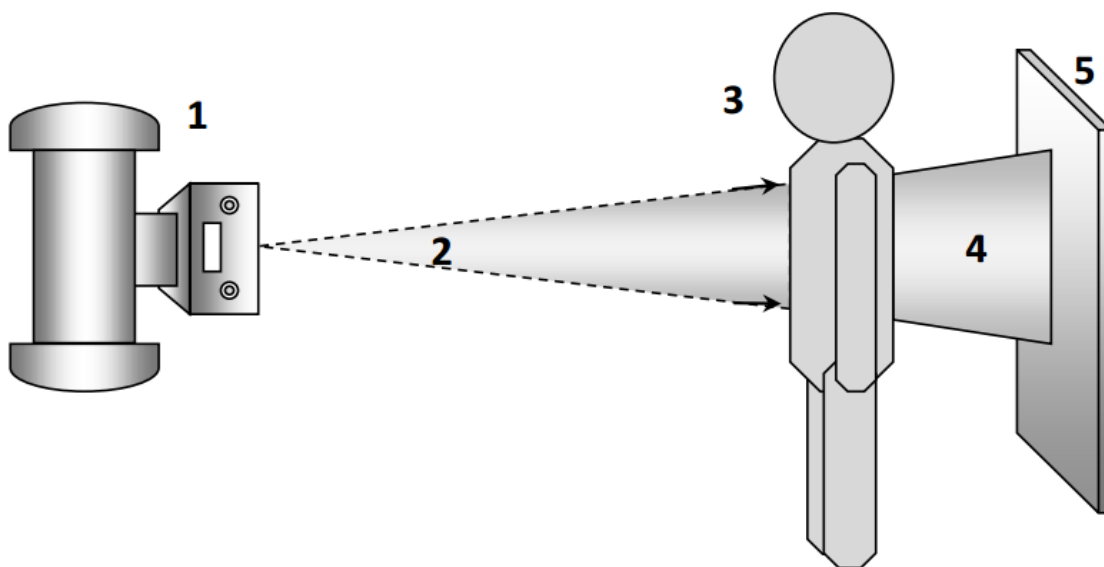
Rentgen tekshiruvi usullari **asosiy** (umumiy) va **maxsus** (yordamchi) metodlarga ajratiladi.

Nur tadqiqot usullari.

Asosiy rentgenologik tadqiqot usullari

Asosiy tadqiqot usullariga **rentgenoskopiya**, **rentgenografiya** va **fluorografiya** kiradi.

Rentgenoskopiya (yun. *scopeo* — tekshirib chiqmoq, kuzatmoq) — rentgen tadqiqot usullaridan biri bo‘lib, bunda predmetning tasviri fluoressent ekranda olinadi. Ushbu tadqiqotda rentgen naychasi tomonidan hosil qilingan rentgen nurlari bemorning tanasidan o‘tib, fluoressent ekranga tushadi va unda **ijobiy**(pozitiv) soya tasvirini hosil qiladi (5-rasm).



5-rasm. Rentgenoskopiya sxemasi, bunda 1 - rentgen naychasi, 2 - chiquvchi rentgen nurlari, 3 - bemor, 4 - bemordan o‘tgan rentgen nurlari, 5 - fluoressent ekran.

Ushbu tadqiqot usuli transilluminatsiya deb ham ataladi. U asosan ko'krak va qorin bo'shlig'ini tekshirish uchun ishlatiladi.

Usulning **afzalliklari** oddiylilik va iqtisodiy samaradorlik, ko'p o'qli va polipozitsion tadqiqotlar imkoniyatining borligi, ya'ni bemorning turli proeksiyalar va pozitsiyalarida tadqiqot o'tkazish mumkinligi, real vaqtda o'rganilayotgan organlarning anatomik, morfologik va funksional xususiyatlarini baholash imkoniyatining mavjudligi.

Rentgenoskopiyaning asosiy **kamchiliklari** nisbatan yuqori nurlanish ta'siri va nisbatan past tiniqlik darajasi (kichik tuzilmalarni va kichik o'zgarishlarni farqlashda qiyinchiliklar) bilan izohlanadi.

Fluorescent ekranning yorug'lik darajasi ancha zaif, shuning uchun rentgenoskopiyanilgari qorong'uda amalga oshirishgan. Shu bilan birga, olingan tasvirning sifati ancha past bo'lgan.

Hozirgi vaqtda rentgenoskopiyaning takomillashtirilgan usuli sifatida **rentgen televideniyesi** usuli qo'llaniladi –elektron-optik o'zgartirgich (EOO') tizimi va televizion tizimi yordamida yoritib berish. EOO'da fluorescent ekrandagi ko'rinadigan tasvir kuchaytiriladi va televizion monitorda aks etuvchi elektr signaliga aylanadi. Bunday rentgen tasvirini oddiy yoritilgan xonada ham o'rganish mumkin bo'ladi. EOO'dan foydalanilganda bemor va xodimlarga nurlanish ta'siri ancha past bo'ladi. Teletizim borayotgan tadqiqotni yozib olish imkonini beradi, bu ayniqsa organlarning harakatini o'rganish uchun juda muhimdir.

Kichik tafsilotlarni yaxshiroq baholash, tadqiqot natijalarini obyektivlashtirish va bemorni dinamik kuzatish uchun rentgenoskopiya ko'pincha bir qator tasvirlar bilan to'ldiriladi.

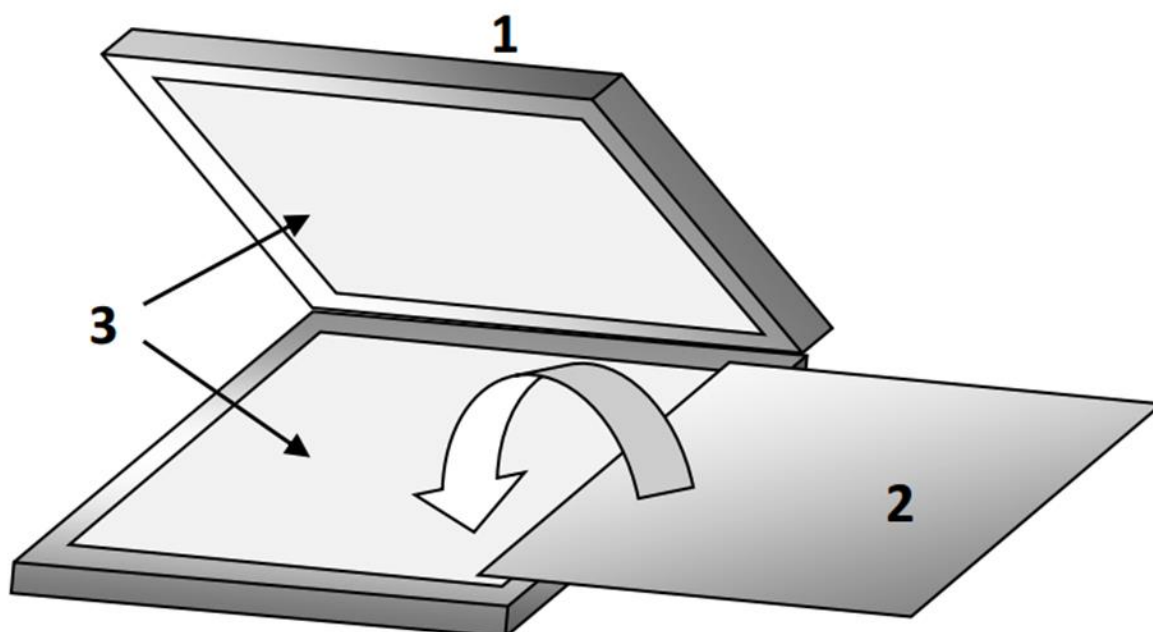
Shuni ta'kidlash kerakki, so'nggi vaqtlarda fluorescent ekranni raqamli detektorlar (matritsa) tizimiga almashtirish va ushbu turdagi tadqiqotlarda raqamli texnologiyalarni qo'llash imkonini beradigan yangi texnologiyalar paydo bo'ldi. Biz ular haqida biroz keyinroq gaplashamiz.

Rentgenografiya (yun. *greapho* - yozish, tasvirlash) - o'rganilayotgan obyektning tasviri plyonkada (to'g'ridan-to'g'ri yoki analogli rentgenografiya)

yoki maxsus raqamli qurilmalarda (raqamli rentgenografiya) olinadigan rentgenologik tekshirish usulidir. Rasm statik - rentgenoskopiya bilan farqli o'laroq, bu yerda dinamik tasvir real vaqt rejimida olinadi.

Rentgen plyonkasi nozik emulsiya qatlami - jelatin bilan qoplangan nitroatssetat asosdan iborat bo'lib, unda qo'zg'atilmagan (yoritilmagan) holatda kumush galogenid kristallarining kichik zarralari mavjud. Rentgen plyonkasi to'liq qorong'ulikda ochiladigan maxsus nur o'tkazmaydigan qutida saqlanadi, chunki emulsiya nafaqat rentgen nurlariga, balki kun yorug'ligiga ham juda sezgir. Tadqiqot o'tkazilishidan oldin qorong'i qilingan laboratoriyada (har bir rentgen xonasida mavjud) plyonka maxsus kassetaga joylashtiriladi.

Kasseta (6-rasm) ichki tomonlariga fluoressent modda bilan qoplangan karton plitalari biriktirilganki qutidir. Ular **kuchaytiruvchi ekranlar** deb ataladi va ular oradagi plyonkani yaxshiroq "yoritish" uchun xizmat qiladi - bu o'rganilayotgan obyektning tasvirini olish uchun zarur bo'lgan rentgen nurlanishi miqdorini sezilarli darajada pasaytirishi va shu bilan birga bemorga nurlanish dozasini kamaytirib berishi mumkin.



6-rasm. Ikki kuchaytiruvchi ekran (3) orasiga joylashtirilgan kasseta (1) va rentgen plyonkasi (2).

Shunday qilib, rentgenografiyada rentgen nurlari bemordan o'tib, rentgen plyonkasiga uriladi, u erda kumush galogenid kristallarini qo'zg'atadi va yashirin tasvirni hosil qiladi.

Keyin plyonka kassetadan chiqariladi va kimyoviy ishlov beriladi. Bu qaysidir ma'noda "qo'lbola" jarayon. Shuni ta'kidlash lozimki, bugungi kunda aksariyat muassasalarda rentgen plyonkalarini kimyoviy ishlov berish uchun avtomatik tizimlar – ishlov berish mashinalari qo'llaniladi. Ular rasm olish jarayonini sezilarli darajada tezlashtirish va tasvir sifatini yaxshilash imkonini beradi.

Rentgenogrammadagi tasvir anatomik organlarning shakli, holati va hajmini baholashga, shuningdek ularning tuzilishini baholashga imkon beradi.

Rentgenografiyaning rentgenoskopiyaga nisbatan quyidagi **afzalliklarini** ajratib ko'rsatish mumkin:

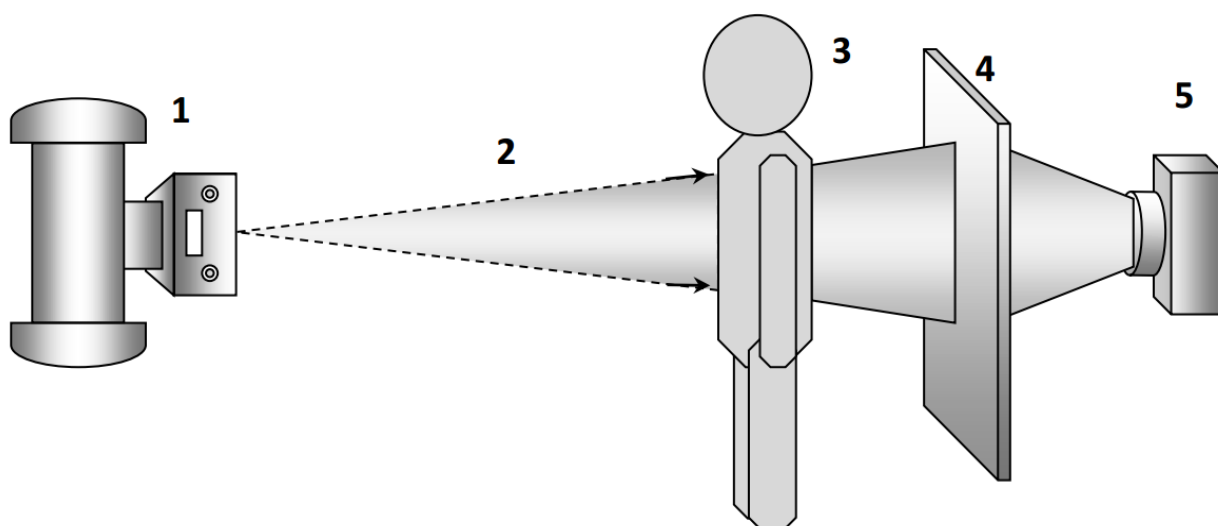
- yuqori tiniqlik;
- rentgenogrammaning obyektivligi, uzoq muddatli saqlash imkoniyati;
- ko'plab mutaxassislar tomonidan baholash imkoniyati;
- bir nechta tasvirlarni taqqoslash, ya'ni dinamik kuzatish imkoniyati;
- bemorga nisbatan kichik nurlanish yuki.

Radiografiyaning kamchiliklari nisbatan katta moddiy xarajatlarni (rentgen plyonkasi, kimyoviy moddalar) o'z ichiga oladi.

Rentgenografiya metodi barcha tibbiyot muassasalarida qo'llanilishi mumkin va hozirgi kunda eng qulay usul hisoblanadi. Rentgen apparatlari rentgen xonasi sharoitida ham, palatada ham, reanimatsiya va operatsiya xonasida ham, tibbiyot muassasalaridan tashqarida maxsus sharoitlarda ham qo'llanilishi mumkin.

Fluorografiya - tasvir fluoressent ekrandan turli formatdagi (70x70, 100x100 va 110x110 mm) plyonkaga suratga olinadigan rentgenologik tadqiqot metodidir. Shunga ko'ra fluorografiya paytida tasvir doimkichraytiriladi (7-rasm).

Fluorografiyaning asosiy vazifasi o'pkaning yashirin kasalliklarini aniqlash uchun aholini ommaviy (profilaktik) tekshirish - profilaktik fluorografiya hisoblanadi. Fluorografiyaning rentgenografiyaga nisbatan asosiy afzalliklari qimmat rentgen plyonkasini tejash va bajarishning tezligi, ya'ni yuqori o'tkazuvchanlik - bitta fluorogrammani bajarish uchun bitta rentgenogrammani bajarishdan ko'ra 3 baravar kamroq vaqt talab etiladi. **Kamchilik** - bu piksellar sonining kamroq ekanligi va shunga mos ravishda kamroq ma'lumotlilikdir.



7-rasm. Fluorografiya sxemasi, bunda 1 - rentgen naychasi, 2 - rentgen nuri tarami, 3 - bemor, 4 - fluoressent ekran, 5 - ekrandan suratga olish moslamasi.

Fluorografik qurilmalar ancha ixchamdir, ular yuk mashinasining kuzoviga o'rnatilishi mumkin. Bu rentgen diagnostika uskunalari mavjud bo'lmagan joylarda aholini ommaviy tekshiruvdan o'tkazish imkonini beradi.

Fluorografiya ma'lumotlarning mazmuni bo'yicha rentgenografiyadan pastroq bo'lsa-da, lekin yirik kadrli fluorogrammalardan foydalanganda usullar orasidagi farqlar sezilsiz bo'ladi. Shuning uchun tibbiy muassasalarda nafas a'zolari kasalliklari bilan og'rigan bemorlarda, ayniqsa takroriy tadqiqotlar bilan

rentgenografiya ko‘pincha fluorografiya bilan almashtiriladi. Bunday fluorografiya **diagnostik** fluorografiya deb ataladi.

So‘nggi paytlarda plyonkali fluorografiyasi o‘rnini tobora raqamli fluorografiya egallab bormoqda. "Raqamli fluorograf" nomi shartli hisoblanib, chunki bu qurilmalar tasvirni fluoressent ekrandan plyonkaga suratga olmaydi, bu yerda ekran detektorlar - raqamli matritsa bilan almashtirilgan. Aslida, bu fluorograflar raqamli rentgenografiya uskunalari bo‘lib, ular faqatgina nisbatan ko‘proq ko‘krak qafasi organlarini tekshirish uchun mo‘ljallanganligi bilan farq qiladi.

Rentgen tasvirining o‘ziga xosliklari

Rentgenografiya tasvirlari quyidagi xususiyatlarga ega:

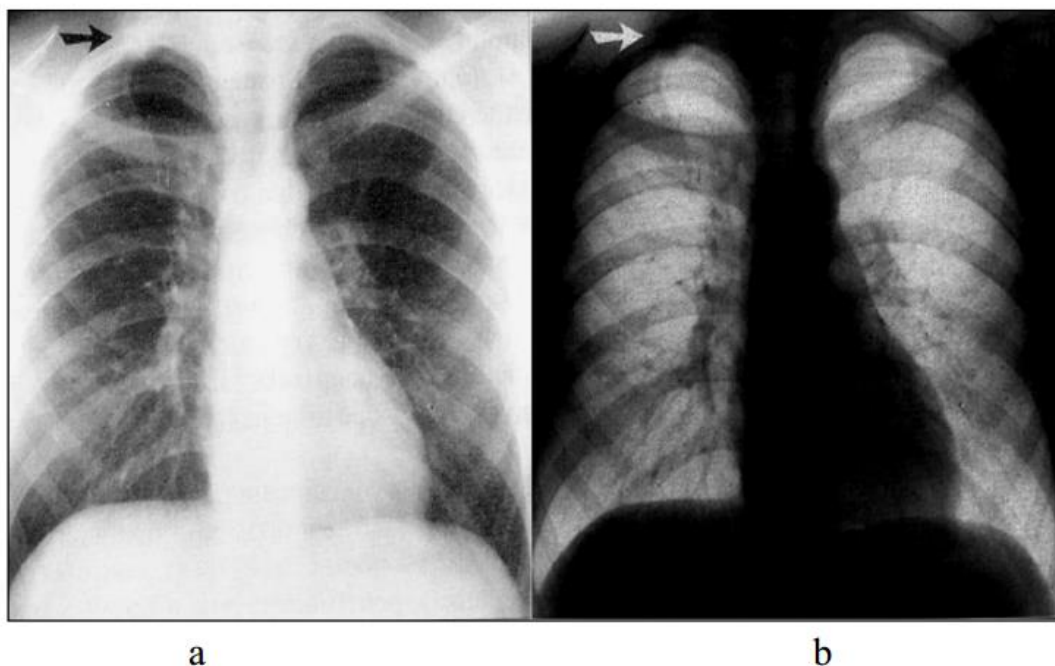
- rentgenogrammadagi tasvir **negativdir** - zich tuzilmalar (suyaklar) yorqinroq ranglar ega, yumshoq to‘qimalarning shakllanishi, havo - qorong‘i (rentgenoskopiyaning pozitiv tasvirlaridan farqli o‘laroq) (8-rasm);

- tasvirlar **oq va qora** rangda;

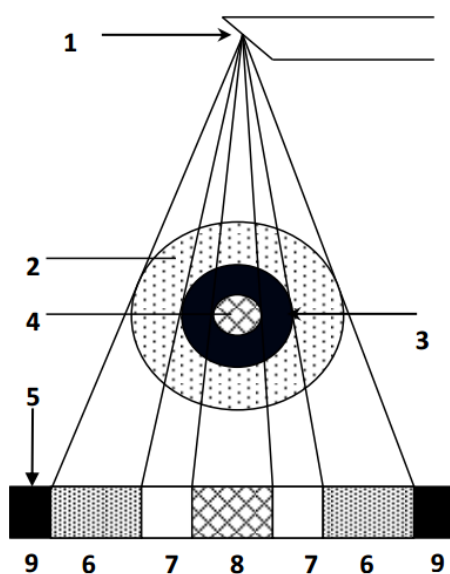
- **tekis va yig‘ma (summatsion)** tasvir;

- tasvir biroz **kattalashtirgan** bo‘ladi, chunki rentgen nurlari tarqaluvchi xarakterga ega va o‘rganilayotgan organlar esa har doim plyonkali kassetadan yoki boshqa tasvirni qabul qilgichdan ma’lum masofada joylashgan bo‘ladi.

Rentgen tasviri – qaysidir ma’noda tasvirining bir turidir. Rentgen tasviridagi soyalarning har xil intensivligi obyektidan o‘tadigan nurlarning turli darajadagi yutilishi va tarqalishi bilan bog‘liq bo‘lib, bu uning ichki tuzilishini vizualizatsiyasi (gavdalantirilishini) ta’minlaydi. Rentgen nurlari ko‘proq ushlanib qolgan joylarda **qorayish** joylari hosil bo‘ladi (negativda - yorug‘ (yorqinroq) tonlar); kamroq ushlanib qolgan joylarda - **yorug‘lik joylari** (negativda – to‘qroq tonlar) (9-rasm).



8-rasm. Ko'krak qafasi organlarining negativ (a) va pozitiv (b) rentgen tasvirlari



9-rasm. Turli xil zichlikdagi anatomik tuzilmalarning differentsial rentgen tasvirining sxemasi (sonning ko'ndalang kesimi, negativ tasvir). 1 - rentgen nuri manbasi (trubkasi); 2 - yumshoq to'qimalar; 3 son suyagi po'stloq moddasi; 4- suyak iligi bo'shlig'i; 5 – rentgen tasvirini qabul qiluvchi qism; 6 - yumshoq to'qimalarning rentgen tasviri; 7 - po'stloq moddasining rentgen tasviri; 8 - suyak iligi bo'shlig'ining rentgen tasviri, 9 - havoning rentgen tasviri

O'rganilayotgan obyektдан o'tayotgan rentgen nurlari ko'plab nuqtalarni kesib o'tadi va nur yo'nalishi bo'ylab barcha shakllanishlar tasvirni qabul qiluvchining bir nuqtasiga yig'ilgandek ko'rinadi, ya'ni ular "birlashadilar" (summatsiyasi sodir bo'ladi). Bu rentgen tasvirining summatsiyasi effektidir.

Rentgen tasvirining yotiq (tekis) tabiati tekislikdagi teng bo'lmagan masofadagi nuqtalarning bir xil masofada ko'rinishi bilan tavsiflanadi.

Rentgen tasvirining bu xususiyatlarini hisobga olgan holda, rentgenologik tekshirishning eng muhim qoidalaridan biriga amal qilish kerak:

- o'rganilayotgan qismning barcha anatomik tuzilmalarining alohida tasvirini olish uchun kamida ikkita o'zaro perpendikulyar proektsiyalarda suratga olishga harakat qilish kerak.: to'g'ridan-to'g'ri va yon tomondan yoki rentgenoskopiya amalga oshirayotganda - bemorni ekranning shaffof qurilmasi orqasidao'girish lozim bo'ladi.

Raqamli rentgen tasvirlash texnologiyalari

Kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi tasvirlarni olish va qayta ishlashning raqamli usuli - **digital** yoki **raqamli rentgenologiya** (inglizcha *digit* - raqam) dan foydalanishga imkon berdi.

Hozirgi vaqtda rentgen tasvirini raqamli tarzda olishning uchta asosiy texnologiyasi mavjud: analog-raqamli o'zgartirgich (konvertor,ARO') yordamida rentgenografiya, eslab qoluvchi lyuminoforlar yordamida rentgenografiya va to'g'ridan-to'g'ri raqamli rentgenografiya (raqamli matritsa yordamida rentgenografiya).

ARO'li raqamli rentgen apparatlarida tasvirni kuchaytiruvchi trubadan olingan rentgen tasviri ARO' tizimiga kiradi, bunda analog elektr signali raqamli signalga aylanadi, so'ngra u kompyuterga kiradi, qayta ishlanadi va monitorda ko'rsatiladi. Hozirgi vaqtda ushbu texnika kam qo'llaniladi, chunki bundanda zamonaviy texnologiyalar paydo bo'lgan.

Raqamli rentgenologiyaning ikkinchi turi - eslab qoluvchi lyuminoforlarda rentgenografiya qilish hisoblanadi. Uning asosiy elementlari - saqlash lyuminoforplastinalari, o'quvchi (skaner) qurilmasi va ish stansiyasi. Ushbu texnologiya yordamida ekranli va rentgen plyonkali an'anaviy kasseta o'rniga maxsus lyuminoforplastinasi bo'lgan kasseta ishlatiladi. Ekspozitsiya vaqtida plastinkada an'anaviy, analog rentgenografiyada rentgen plyonkasidagi yashirin tasvirga o'xshash yashirin tasvir hosil bo'ladi. Lyuminoforplastinalar qayta-qayta ishlatilishi mumkin, bemor ma'lumotlari maxsus shtrix-kod orqali kiritiladi.

Ta'sir qilingandan so'ng, lyuminofor plastinkasi bo'lgan kasseta o'quvchi qurilmaga joylashtiriladi, so'ngra plastinka avtomatik ravishda chiqariladi, kassetalar va yashirin tasvir lazer yordamida o'qiladi. Keyin signal raqamlashtiriladi, bu keyingi ishlov berish, ko'rish va chop etish imkonini beradi. Keyinchalik, tasvir o'chiriladi, plastinka yana kassetaga kiritiladi va uni yana ishlatish mumkin bo'ladi. Butun jarayon 20 soniyadan bir necha daqiqagacha davom etadi.

Ish stantsiyasiga kompyuterning tizim bloki, shtrixni o'qish moslamasi, tasvirni ko'rsatish uchun monitor va tasvir parametrlarini boshqarish uchun sichqonchasi (yoki trekbol) bo'lgan klaviatura kiradi.

Shundan so'ng, tasvir arxivlanadi yoki maxsus printer va plyonkada chop etiladi. Eslab qoluvchi lyuminofroli rentgenografiyaning muhim afzalligi - mazkur tizimni analogli rentgenografiya uchun an'anaviy bolgan uskunada qo'llash imkoniyati borligi - plyonka-ekranli kassetalarnilyuminofor plastinka kassetalari bilan almashtirilishi mumkin va aksincha.

To'g'ridan-to'g'ri raqamli rentgenografiyada rentgen tasvirini bevosita raqamli formatga aylantiradigan detektorlardan foydalaniladi. Ushbu tizimlarda amorf kremniy yoki selen matritsalariga asoslangan katta hajmli detektorlar (43x43 sm gacha) deb ataladigan tekis panellardan foydalanadi. Ushbu tizim kassetalardan foydalanishni talab qilmaydi, bu esa rentgenografiya jarayonini tezlashtiradi.

Shunday qilib, raqamli rentgenologiya analog yoki an'anaviy rentgenologiyaga nisbatan bir qator **afzalliklarga** ega:

- bemorga radiatsiya ta'sirining sezilarli darajada kamayishi (bir necha marta);
- olingan tasvirni kompyuterda qayta ishlash va tuzatish imkoniyati - postprotsessing - yorqinlik va kontrastni tuzatish, past sifatli tasvirlarni olishni deyarli istisno qiladigan "shovqin" ni bostirish, qiziqtirgan tasvir maydonining kattalashtirish imkoniyati, muayyan tuzilmalarning ajratib olish imkoniyati va boshqalar;
- yuqori mahsuldorlik (kimyoviy ishlov berishning yo'qligi);
- tibbiyot xodimlarining kimyoviy reaktivlar bilan aloqasi yo'qligi;
- plyonka arxivining yo'qligi;
- rentgenogrammalarni identifikatsiya qilishda (aniqlashda) xatolar va ularning shikastlanishlarning yo'qligi;
- arxivdagi rasmlarni tezkor qidirish;
- tasvirlarni sifatini yo'qotmasdan uzoq masofalarga, shu jumladan sezilarli masofada joylashgan mutaxassislarning maslahatlarini tashkil etish tashkiloti kabi boshqa muassasalarga ham tez uzatish imkoniyati (teletibbiyot).

Raqamli tizimlarning **kamchiliklari** - bu uskunalarning yuqori narxi va ta'mirlanishidir (ayniqsa raqamli matritsa juda qimmat hisoblanadi).

Maxsus rentgenologik tadqiqot usullari

Maxsus rentgenologik tadqiqot usullarini maqsadlariga ko'ra quyidagi guruhlariga bo'lish ma'qul boladi:

1. Sun'iy kontrast metodlari (to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita kontrast).
2. Olingan tasvir hajmini tartibga soluvchi usullar (telerentgenografiya va rentgen tasvirini bevosita kattalashtirish).

3. Fazoviy tadqiqot usullari (chiziqli va kompyuter tomografiyasi, panoramali tomografiya, panoramik zonografiya).

4. Harakatlarni qayd etish usullari.

Sun'iy kontrast metodlari

An'anaviy rentgenologik tekshiruv bilan rentgen nurlarini turli darajada o'zlashtiradigan organlarning tasvirini olish oson, bunday organlar tabiiy kontrastga egadir. Jumladan, suyaklar oddiy rentgenografiyada yaxshi aniqlanadi. Biroq, oddiy rentgenografiya rentgen nurlarini nisbatan bir xil qabul qilish qobiliyatiga ega bo'lgan organlar va to'qimalarning turli xil tasvirlarini taqdim eta olmaydi. Shunday qilib, ko'krak qafasining panoramik rasmda yurakning konturlari ko'rinadi, ammo uning qon bilan to'ldirilgan xonalarini ajratib bo'lmaydi, chunki qon va yurak mushagi rentgen nurlarini teng ravishda to'sib qo'yadi. Bu tananing barcha yumshoq to'qimalari tuzilmalariga tegishli. Rentgen nurlarini bir xilda ushlab qoladigan to'qimalarni farqlash uchun sun'iy kontrast usuli qo'llaniladi. Rentgen nurlanishini yumshoq to'qimalarga qaraganda kuchliroq yoki zaifroq singdirishga qodir bo'lgan moddalar organizmga yuboriladi, bu esa o'rganilayotgan organlarning zarur kontrastiga erishishga imkon beradi.

Sun'iy kontrastning 2 turi mavjud: **to'g'ridan-to'g'ri** va **bilvosita** contrast usullari.

To'g'ridan-to'g'ri kontrast usuli kontrast moddani bevosita o'rganilayotgan organning bo'shlig'iga yoki atrofdagi bo'shliq yoki to'qimalarga yuborishga asoslanadi. Masalan, oshqozon-ichak trakti, qon tomirlari, bachadon, so'lak bezlari, oqma yo'llari va boshqalarni o'rganish usullari shular jumlasidandir.

Bilvosita kontrast ba'zi organlarning qondan kontrast moddani tanlab olish, uni konsentratsiyalash va fiziologik sekreitsiyasi bilan olib tashlash qobiliyatiga asoslanadi. Masalan - jigar, o't pufagi, buyraklar. Muayyan vaqtdan keyin bunday moddalar yuborilgandan so'ng, rentgen tekshiruvi bemorning o't yo'llarini, o't

pufagini, buyraklarning bo'shliq tizimini, siydik chiqarishni va siydik pufagini ajratishi mumkin.

Sun'iy kontrastlash usullari tibbiyotning turli sohalarida radiologik tadqiqot usullarining imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi.

Sun'iy kontrast usullari quyidagi hollarda qo'llaniladi:

- gastroenterologiyada - ovqat hazm qilish organlarining turli qismlarini o'rganishda (qizilo'ngach, oshqozon, o'n ikki barmoqli ichak, ingichka va yo'g'on ichak; o't yo'llari - xolangiografiya, operatsiya, endoskopik retrograd, venoz xoleografiya va boshqalar);
- angiologiya - qon tomirlarini o'rganishning barcha turlari (arteriografiya, flebografiya, limfografiya va boshqalar);
- kardiologiya (angiokardiografiya);
- pulmonologiya (bronxografiya, angiopulmonografiya);
- ginekologiya (gisterosalpingografiya, pnevmopelviografiya);
- urologiya (ekskretor uroografiya, retrograd uroografiya);
- nevrologiya (mielografiya, karotid arteriografiyasi);
- otorinolaringologiya (gaymorografiya va boshqalar);
- osteologiya (artroografiya, fistulografiya va boshqalar).

Rentgen-kontrast moddalar (RKM)

RKM **pozitiv-rentgen (og'ir)** va **negativ-rentgen (yengil)** moddalarga bo'linadi. Og'ir RKM yuqori molekulyar og'irlikka ega bo'lgan va rentgen nurlarini tana to'qimalariga qaraganda ancha ko'proq yutadigan moddalarni o'z ichiga oladi. Ulardan eng ko'p qo'llaniladiganlari quyidagi preparatlardir: bariy sulfat va turli asoslarda yodlangan preparatlar.

Bariy sulfat faqat oshqozon-ichak kanalini o'rganish uchun mo'ljallangan va har xil konsistensiyadagi suvli suyuq dori (suspensiya) shaklida qo'llaniladi. Elektr yoki ultratovushli mikser yordamida tayyorlangan nozik disperst suvli suspensiya ovqat hazm qilish kanalining shilliq qavatining kichik tuzilmalarini o'rganish uchun eng qulay sharoitlarni yaratadi. Shuningdek qo'shma tadqiqot usullarini, jumladan, ikkitalik (**bariy sulfatning** suvli suspensiyasini gazsimon moddalar bilan birgalikda oshqozonga (ichakka) yuborish) yoki uchtalik (pnevmoperitoneumni qo'shimcha kiritish bilan) metodlarni qo'llash ham samaralidir. Ko'pincha kombinatsiyalangan kontrast usuli chiziqli yoki kompyuter tomografiyasi (KT) bilan uygunlashadi.

Yodlangan suvli eritmali RKM asosan arterial va venoz tomirlarni kontrast qilish uchun mo'ljallangan bo'ladi. Yodning suvli eritmali organik birikmalaridan RKM sifatida tarkibida yod atomlari bo'lgan ba'zi aromatik kislotalarning (benzoy, fenilpropion, adipin va boshqalar) hosilalari ishlatiladi. Turli konsentratsiyali - 30-70%li 10-20 ml li ampulalarda ishlab chiqariladi.

Tomir yo'llari tadqiqotlari uchun RKM ionli va ionsiz moddalarga bo'linadi.

Ion monomerlariga kardiostast, triostast, urostast, verografin, gipak, bilignost, urografen va boshqalar kabi suvli eritmalar kiradi.

Ionli RKMni tomir ichiga yuborish bilan og'riq (ko'krak, qorin, qon tomirlarida), issiqlik hissi, bosh aylanishi, bosh og'rig'i, titroq shaklida namoyon bo'ladigan turli darajadagi (zaif, aniq, og'ir) salbiy reaksiyalar bo'lishi mumkin. Teri qatlamining qichishi, allergik reaksiyalar, toshma, tumov, aksirish, shilliq pardalarning qizarishi va shishishi, yuzning shishishi, ovozning xirillashi, yo'tal, nafas olish qiyinlashuvi, ko'ngil aynishi, qusish, dispeptik kasalliklar, taxikardiya, bradikardiya, aritmiya qon bosimining oshishi, bo'g'ilish, hushdan ketish holatlari bo'lishi mumkin. Jiddiy reaksiyalar kamdan-kam kuzatiladi.

Nojo'ya ta'sirlar bo'lishi ehtimolini hisobga olgan holda, tadqiqotdan oldin (1-2 kun davomida) 1-2 ml preparatni tomir ichiga yuborish orqali sezuvchanlik

testini o'tkazish majburiy hisoblanadi. Bundan tashqari, salbiy reaksiyalarning oldini olish yoki kamaytirish uchun antigistamin prepatratlardan foydalanish tavsiya etiladi.

Ionsiz monomerlarga ultravisg-iopromid va omniopak-iogeksol, ionsiz dimerlarga vizipak-iodi-ksanol va iomeron, shuningdek izovist-iotrolan, iopamiron (iopamidol), optirey (ioveron) kiradi.

Ionsiz dorilarni qo'llashda nojo'ya ta'sirlar sezilarli darajada kamayishi (3-5 marta) kuzatiladi. Ionsiz preparatlar past osmolyarlik va biologik membranalarga minimal ta'sir ko'rsatishi bilan ajralib turadi, bu ularning past toksikligiga va angiografiyada yaxshi o'zlashitirilishiga sabab bo'ladi. Ionsiz dorilar arterial va venoz bolusni yuborish zarur bo'lganda, pyelografiya uchun, shuningdek bronxial astma, qalqonsimon bez giperfunksiyasi, buyrak yetishmovchiligi, qandli diabet va boshqalar bilan og'rigan tanadagi allergiya belgilari bo'lgan bemorlarni o'rganish uchun ishlatiladi.

Yog' asosidagi yodlangan RKM bronxografiya, limfografiya, metrosalpingografiya, fistulografiya, yangi tug'ilgan chaqaloqlarda qizilo'ngachning tug'ma nuqsonlarini aniqlash uchun ishlatiladi va hokazo. Bularga: yodolipol, lipiodol, yodatol, superfluid lipiodol va boshqalar kiradi. Preparatlar 10 ml.li (steril) ampulalarda chiqariladi.

Tabletka shakldagi yodlangan RKM xoletsistografiya (xolevid, yopagnost, bilimin va boshqalar) uchun ishlatiladi.

Gazsimon moddalar (GM) negativ-rentgen kontrast moddalari sirasiga kiradi, masalan, atmosfera havosi, molekulyar kislorod, karbonat angidrid va azot oksidi.

GM ovqat hazm qilish kanalining turli qismlariga yuborishda ishlatiladi: plevra bo'shlig'i (diagnostik pnevmotoraks), qorin bo'shlig'i (diagnostik pnevmoperitoneum), retroperitoneal bo'shliq (retropneumoperitoneum), ikki barobar kontrast qilishda - mediastin (pnevmomediastinum) va boshqalar.

Tasvir o'lchamlarini nazorat qiluvchi metodlar

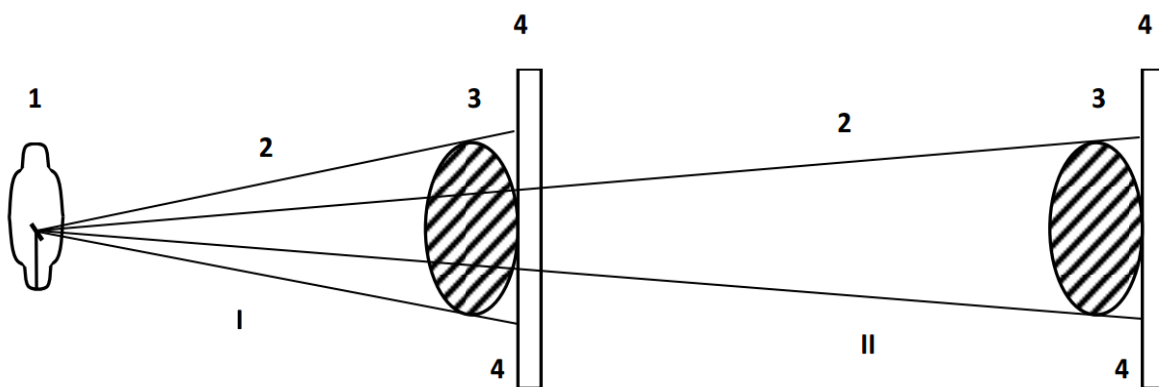
Tasvir o'lchamlarini nazorat qiluvchi metodlarga quyidagilar kiradi: telerentgenografiya va rentgen tasvirini to'g'ridan-to'g'ri kattalashtirish.

Teleroentgenografiya - masofadagi rasm (rentgen televideniesi bilan adashtirmaslik kerak!). Ushbu metodning asosiy maqsadi o'lchami tasvirdagi o'rganilayotgan obyektning haqiqiy hajmiga yaqinlashadigan rentgen tasvirini olishdir.

An'anaviy rentgenografiyada fokus uzunligi 100-120 sm bo'lganida, faqat tasvirga olingan obyektning faqatgina to'g'ridan-to'g'ri kassetada joylashgan detallari biroz kattalashtiriladi. Detal plyonkadan qanchalik uzoq bo'lsa, kattalashtirish darajasi shunchalik yuqori bo'ladi.

Ko'rsatmalar: o'lchamlari haqiqiysiga imkon qadar yaqin bo'lgan obyektning tasvirini takrorlash zarurati - yurak, o'pka, yuz-jag' sohasini tekshirishda, chanoq-son bo'g'imi, tizza bo'g'imlarini protezlash paytida va boshqalar.

Metodika: tadqiqot objekti va plyonkali kasseta rentgen trubkasidan an'anaviy rentgenografiyaga qaraganda ancha uzoqroq masofaga - 1,5-2 m gacha va yuzning bosh suyagi va tish-jag' tizimini tekshirganda 4-5 m gacha ko'chiriladi. Bunda plyonkadagi tasvir markaziy (ko'proq parallel) rentgen nurlari tarami orqali hosil bo'ladi (10-rasm).

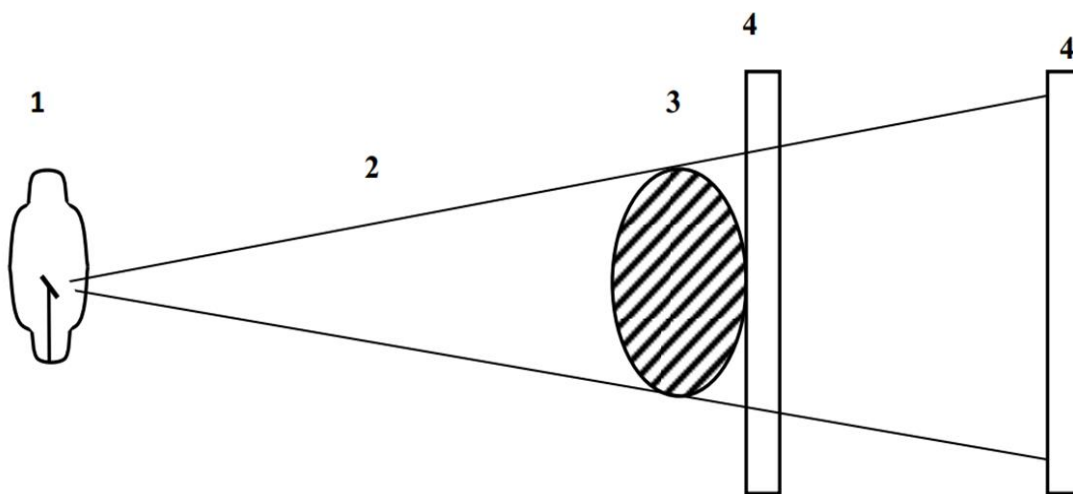


10-rasm. An'anaviy rentgenografiya (I) va telerentgenografiya (II) shartlari:
1 - rentgen trubkasi; 2 - rentgen nurlari tarami; 3 - o'rganish objekti; 4 – plyonkali kasseta

Rentgen tasvirini to'g'ridan-to'g'ri kattalashtirish rentgenografiya paytida "obyekt-plyonka" masofasini oshirish orqali erishiladi.

Ko'rsatmalar: ushbu metod ko'pincha nozik tuzilmalarni o'rganish uchun - osteoartikulyar apparati (suyak-bo'g'im apparat), pulmonologiyada o'pka tasvirini o'rganishda ishlatiladi.

Metodika: plyonkali kasseta obyektдан ma'lum masofada fokus masofasi 100-120 sm bo'lgan holda chiqariladi. Bu holda, tarqalayotgan rentgen nurlari tarami kattalashtirilgan tasvirni uzatadi (11-rasm).



11-rasm. An'anaviy rentgenografiya (I) va rentgen tasvirini to'g'ridan-to'g'ri kattalashtirish shartlari(II): 1 - rentgen trubkasi; 2 - rentgen nurlari tarami; 3 - o'rganish obyekti; 4 - plyonkali kasseta.

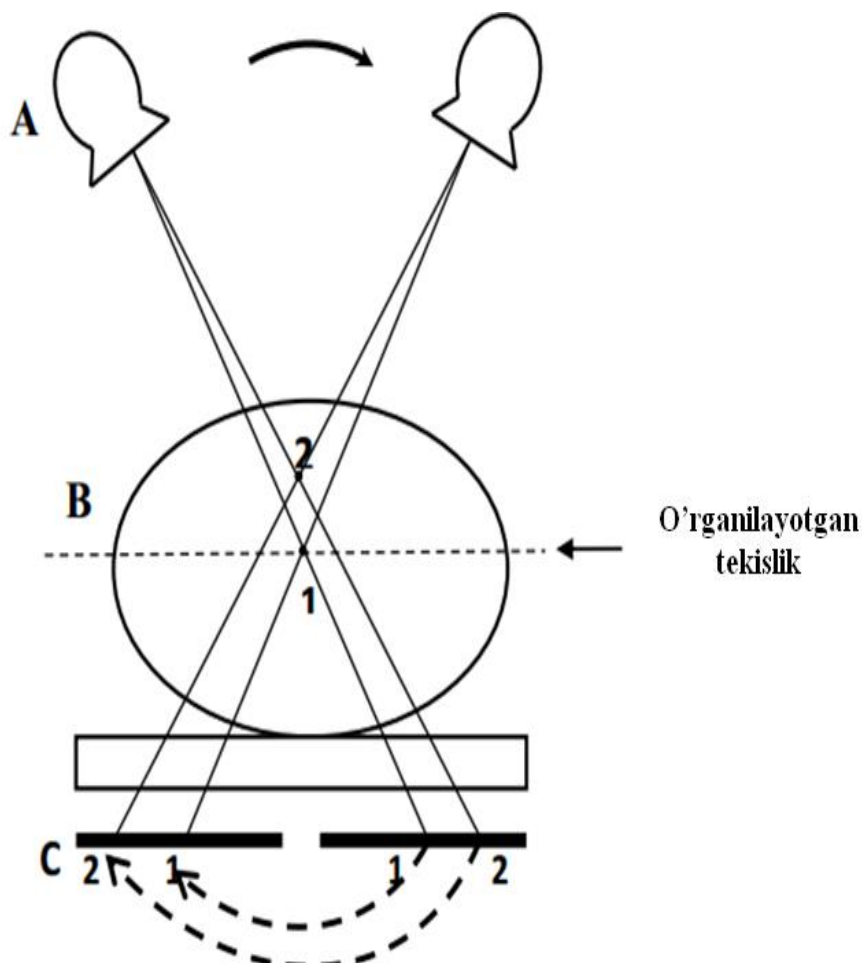
Tasvirni 1,5-1,6 koeffitsientda kattalashtirilgan hajmdan foydalanish maqbul hisoblanadi.

Fazoviy tadqiqot usullari

Fazoviy tadqiqot usullari qatoriga **chiziqli va kompyuter tomografiyasi, panoramali tomografiya va panoramali zonografiya** kiradi.

Chiziqli tomografiya - qatlam-qatlam rentgen tekshiruvi usuli bo'lib, unda organning tasviri belgilangan chuqurlikda olinadi. Tomografiya ta'siri rentgen trubkasi va plyonkali kassetaning 30-50 ° gacha burchak ostida statsionar obyekt bo'ylab parallel tekisliklari bilan qarama-qarshi yo'nalishlarda uzluksiz sinxron harakati natijasida erishiladi. Bunday harakatlanishda trubka-kasetaning aylanish

markazidan tashqaridagi barcha nuqtalar xira, bulg'angan, aylanish markazi darajasida joylashgan nuqtalar esa nisbatan aniq tasvirlangan bo'ladi (12-rasm).



12-rasm. Chiziqli tomografiya (sxema), bunda A - rentgen trubkasi, B - 2 va 1 nuqtalari tekshiriladigan bemor, C - kasseta qabul qiluvchi va rentgen plyonkasi bo'lgan rentgen stol yuzasi (dekasi). Rentgen trubkasi tebranganda ($30-50^\circ$) P-plyonka va 2 va 1-nuqtalarning tasvirlari siljishi ro'y beradi va bunda plyonkadagi 1-nuqtaning o'rnini o'zgarmaydi, 2-nuqtaning tasviri esa plyonkaning bir chetidan ikkinchisiga o'tadi, bu bilan uning "qoralash" effektiga erishiladi va 1-nuqat aniq tasvirlanadi.

O'rganilayotgan qatlamning qalinligi tizimning aylanish amplitudasiga bog'liq; amplituda qanchalik katta bo'lsa, natijada olingan kesmaning qalinligi kichikroq bo'ladi. $30-50^\circ$ amplituda bilan u 2-3 mmni tashkil etadi. Chiziqli tomografiya kompyuter tomografiyasiga arzonroq muqobil sifatida nafas olish

organlari, yurak-qon tomir tizimi, qorin bo'shlig'i organlari, suyak-bo'g'im apparatlarini o'rganish uchun keng qo'llaniladi.

Agar siljish burchagi kichik ($8-10^\circ$) o'rnatilgan bo'lsa, unda "qalinroq" qatlamning tasvirlari olinadi. Ushbu turdagi chiziqli tomografiya **chiziqli zonografiya** deb ataladi - tizimning $8-10^\circ$ aylanish amplitudasi bilan qatlamli o'rganish. Kesma qalinligi 10-12 mm, tomografik qadam 1-2 sm.

Panoramali zonografiya - bu maxsus panoramali qurilma yordamida yuzning bosh suyagini qatlam-qatlam o'rganish, bunda qurilma yoqilganda rentgen trubkasi boshning yuz sohasi bo'ylab harakatlanadi, obyektning tasviri esa yuz shaklida qayirilgan plyonkali kassetada tor rentgen nuri bilan qayd etiladi (yuqori va pastki jag'lar, temporal suyaklar piramidalari, yuqori bo'yin umurtqalari).

Rentgen kompyuter tomografiyasi

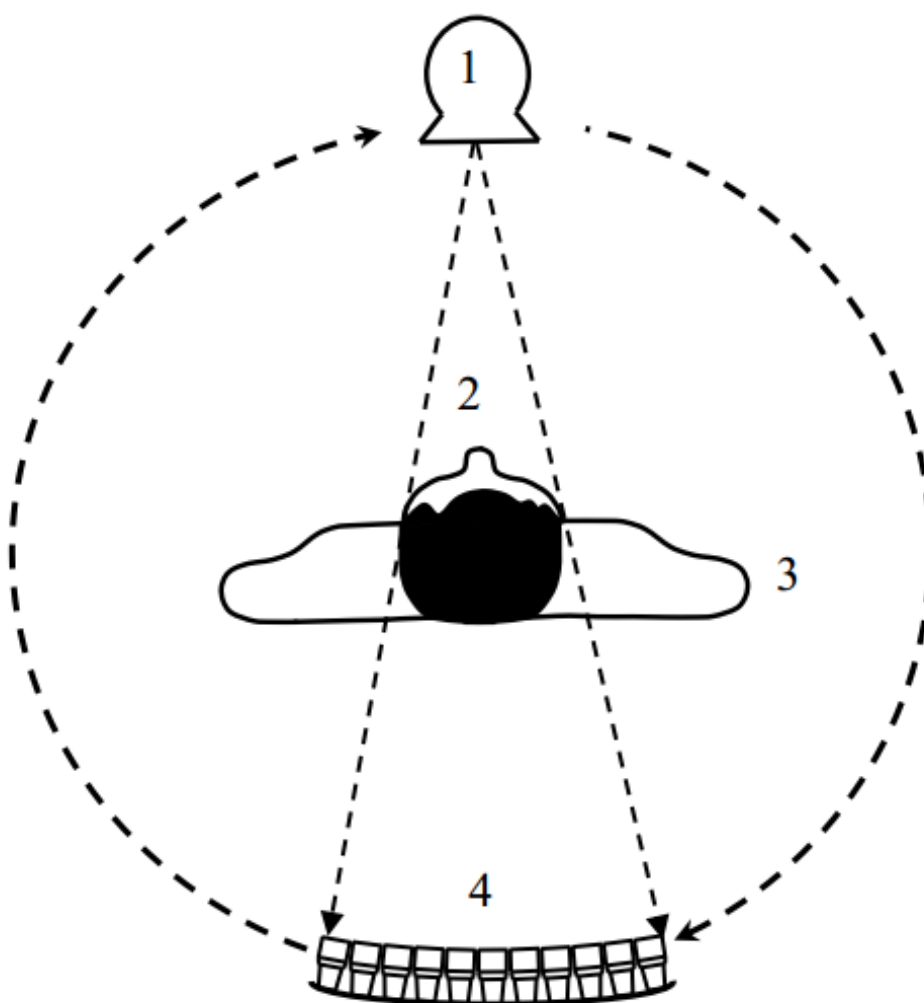
Rentgen kompyuter tomografiyasi usulining asoslari janubiy afrikalik matematik Alan MakKormak tomonidan ishlab chiqilgan. Keyptaundagi Horte Sxyur kasalxonasida u bosh miya tadqiqoti texnologiyasini takomillashtirish g'oyasidan ilhomlanadi. 1963 yilda u tor rentgen tarami bilan skanerdan o'tkazilgandan so'ng tasvirni qayta tiklashga imkon beradigan matematik hisob-kitoblar aks etgan maqola chop etdi. Ushbu ma'lumotlarni o'rganib chiqqandan so'ng, Godfrey Xounsfield boshchiligidagi ingliz EMI elektr musiqa asboblari firmasining bir guruh muhandislari bosh miyani tadqiq qiluvchi kompyuter tomografini yaratishga kirishdilar (shuning uchun ilk RKT tizimlari EMIskanerlar deb atalgan). 7 yildan keyin 1972 yilda klinik amaliyotda birinchi marta RKT yordamida bosh miya tadqiqoti o'tkaziladi. An'anaviy rentgenografiya bilan tasvirlab bo'lmaydigan miya tuzilmalarini o'rganish imkoniyati birinchi bo'lib RKT yordamida o'z yechimini topdi. Boshqa organlar va tizimlarni o'rganish biroz keyinroq boshlandi. Ammo shu paytdan boshlab RKT metodining jadal rivojlanishi boshlanadi. Tibbiyot texnologiyalarini ishlab chiqarish bo'yicha yetakchi firmalar ushbu yo'nalishda o'z ishlarini boshlaydilar va 1973 yildayoq kompyuter tomograflarini ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishadi. 1975 yilda butun

tanani o'rganishga mo'ljallangan RKT yaratiladi. Godfrey Xounsfield va Alan MakKormak 1979 yilda RKT usulini yaratishgani uchun tibbiyot bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'lishadi.

Rentgen kompyuter tomografiyasi (RKT) o'rganilayotgan obyekt qatlamining tasviri rentgen trubkasi atrof bo'ylab harakat qilganda tor rentgen nurlari bilan qatlamni takroriy yoritish natijalarini kompyuterda qayta ishlash orqali olinadigan rentgen tekshiruvi sifatida tushuniladi.

Tekshirilayotgan bemorning to'qimalaridan o'tib, rentgen nurlanishi to'qimalarning zichligi va atom tarkibiga qarab zaiflashadi. Bunda, rentgen nurlari tarami nurlanish energiyasini elektr signallariga (raqamli rentgenologiya tamoyiliga muvofiq) aylantiradigan maxsus detektorlar tizimi tomonidan qayd etiladi.

RKT paytida olingan tasvir dastlab raqamli hisoblanadi. Bemor atrofida aylanadigan rentgen trubkasi tor rentgen nurlari tarami yordamida uning tanasini turli burchaklarida porlab (skanerlab) to'liq 360° da aylanib chiqadi. To'liq aylanib chiqqach, barcha detektorlardan signallar kompyuter xotirasiga kiritiladi, so'ngra kompyuterni qayta ishlash yordamida tekis tasvir – tasma yaratiladi. Bitta tasmani olgandan so'ng, ular keyingisini olishga kirishadilar, buning uchun bemor stoli tadqiqot maqsadiga qarab 0,3-10 mm ("qadam") ga siljiydi. Keyingi skanerlash uchun stolni siljitishga ma'lum vaqt (5-15 soniya) kerak bo'ladi. Shuning uchun mazkur KT tizimlari "bosqichma-bosqich" deb ham ataladi (13-rasm).



13-rasm. Rentgen kompyuter tomografiyasining sxemasi, bunda 1 - rentgen naychasi, 2 - rentgen nurlarining tor tarami, 3 - o'rganish obyekti, 4 - detektorlar qatori.

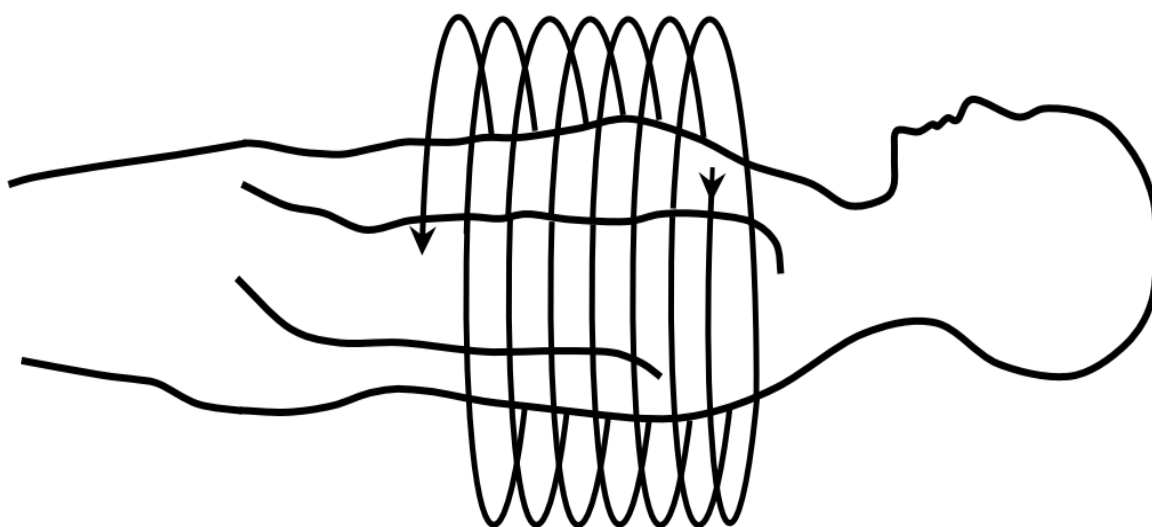
Tasmaning rentgen nurlarini susaytiradigan qismlari yorqin, rentgen nurlarini o'tkazadigan qismlari esa to'q ko'rinadi (odatiy rentgenografiya tamoyiliga ko'ra). RKT dasturiy ta'minoti, shuningdek, olingan tasvirning katta hajmdagi o'lchovlarini amalga oshirish, kerakli joylarini ajratib ko'rsatish kabi ishlarni ya'ni raqamli texnologiyalar uchun xos bo'lgan tasvirni to'liq postprotsessingni amalga oshirish imkonini beradi. Ammo shartli birliklarda - Xounsfield birliklari HU (RKTning birinchi yaratuvchisi Godfrey Xounsfield sharafiga)da o'lchanadigan to'qimalar zichligining miqdoriy xarakteristikasini olish imkoniyati alohida ahamiyatga egadir. Nol belgisi suvning zichligi sifatida qabul qilinadi - 0 HU. Havo zichligi -1000UH, suyak to'qimasi zichligi +1000 HU.

Inson tanasining qolgan to'qimalari oraliq qiymatlarni egallaydi. Displayda barcha zichlik zonalarini bir vaqtning o'zida ko'rsatish mumkin emasligi sababli, tekshiruv paytida shifokor Xounsfield shkalasida "oyna" deb ataladigan ma'lum diapazonni tanlaydi. Rejalashtirilgan tekshiruv maydoniga va taxmin qilinayotgan patologiyaga qarab "oyna" tanlanadi.

RKT texnologiyalari klinik amaliyotga kiritilgandan beri (1970-yillarning boshidan) ularning rivojlanishi avlodlar deb ataladigan bir necha bosqichlardan o'tdi. Har bir yangi avlodda ko'proq detektorlar kiritib borildi, bu esa tadqiqot vaqtini qisqartirdi.

Tadqiqotchilar doimiy ravishda qurilmalarni texnik takomillashtirish ustida ish olib borishdi, asosiy maqsad tadqiqot muddatini qisqartirishdan iborat edi.

1990-yillarda skanerning yangi turi ishlab chiqildi, u **spiral KT (SKT)** deb nomlandi. SKTda detektorli rentgen trubkasi doimiy ravishda bemor bilan doimiy harakatlanuvchi stol atrofida aylanadi. Bu nafaqat o'rganish vaqtini qisqartirish, balki "bosqichma-bosqich" metodikasining cheklovlarini ham yo'q qilish imkonini berdi – ya'ni "tasmaga tushmagan" qismlarning tushib qolishi, shuningdek, bemorning chuqur nafasini ushlab turishi har xil bo'lganligi sabab ba'zi joylarning o'tkazib yuborilishi kabi (14-rasm).



14-rasm. Spiral kompyuter tomografiyasining sxemasi

Maxsus kompyuter dasturi olingan ma'lumotlarni istalgan tekislikda qayta qurish yoxud organ yoki organlar guruhining uch o'lchovli tasvirini gavdalantirish imkonini beradi. SKTskanerlash jarayonini sezilarli darajada tezlashtirishga va shunga mos ravishda tekshirish vaqtini qisqartirishga, nurlanish ta'sirini kamaytirishga va turli tekisliklarda ham, 3D rekonstruksiya qilishda ham tasvirni yaxshiroq rekonstruksiya qilish imkonini beradi.

1998 yildamultispira IKT(MSKT) paydo bo'ldi, tizimlar bir emas (SKTda bo'lgani kabi), balki 4 qator raqamli detektorlar bilan yaratilgan edi. Keyinchalik 16 qatorli MSKTlar yaratildi va 2003 yilda qatorlar soni 64 taga etdi. 2007 yilda detektor elementlarining 256 va 320 qatorli MSKTlar paydo bo'ldi. Bunday tomograflarda atigi bir necha soniya ichida 0,5-0,6 mm qalinlikdagi yuzlab va minglab tomogrammalarni olish mumkin. Tekshiruv vaqtini qisqartirish va tasvir sifatini yaxshilashdan tashqari, MSKT yordamida koronar tomirlar va yurak bo'shliqlarini o'rganish imkoni paydo bo'ldi.

Organlarni bir-biridan, normal va patologik tuzilmalardan farqlashni yaxshilash uchun RKTda asosan yod tarkibli olgan kontrast moddalarni qo'llash orqali **kontrastni kuchaytirish** usullari qo'llaniladi. Kontrastli vositani yuborishning asosiy usuli tomir ichiga yuborishdir. KT yordamida kontrastli tadqiqot aniqlangan patologik o'zgarishlarning tabiatini, shu jumladan atrofdagi yumshoq to'qimalar fonida o'smalarning mavjudligini yuqori diagnostika samaradorligi bilan aniqlashga, shuningdek oddiy ko'rik yoki "mahalliy" tadqiqot vaqti aniqlab bo'lmaydigan o'zgarishlarni ko'rishga imkon beradi. Tomir orqali kontrastni ikki usulda amalga oshirish mumkin: "qo'lda" tomir ichiga kontrast va bolus kontrasti. Birinchi usulda kontrast rentgen laboratoriya yordamchisi yoki amaliyot hamshirasi tomonidan qo'lda yuboriladi, yuborish vaqti va tezligi tartibga solinmaydi, tadqiqot kontrast modda kiritilgandan keyin boshlanadi. Ushbu usul "sekin" (bosqichma-bosqich) qurilmalarda qo'llaniladi; MSKTda esa kontrast moddani "qo'lda" yuborish endilikda usulning sezilarli darajada oshgan imkoniyatlariga mos kelmaydi. Bolus kontrastini kuchaytirishda kontrast modda belgilangan tezlikda va moddani belgilangan yuborish vaqtida shprits-injektor

bilan tomir ichiga yuboriladi. Bolus kontrastini kuchaytirishning maqsadi kontrastni kuchaytirish bosqichlarini chegaralashdir.

RKT ning an'anaviy rentgenografiyaga nisbatan afzalliklari:

1. Organlarning tasviri bir-birining ustiga qo'yilmaydi (summatsiya effekti yo'q);
2. Tananing o'rganilayotgan qismining ichki tuzilishi to'g'risidagi ma'lumotlar o'rganilayotgan hududning bir qator yupqa kesmalarini yig'ish (tekis tasvir kamchiliklarini bartaraf etish) natijalariga ko'ra uch o'lchovli shaklda taqdim etilishi mumkin;
3. KT to'qimalarning zichligiga nisbatan sezgirroqdir: rentgenografiyada zichligi kamida 10% bo'lgan to'qimalarning, KT bilan esa zichligi 1% yoki undan kam bo'lgan to'qimalarni ham ko'rish mumkin;
4. Skanerlash tugallangandan so'ng tasvirni qayta ishlash va sozlash qobiliyati (postprotsessing): yorqinlikni, kontrastni, masshtabni sozlash, kulrang shkala gradatsiyasini sozlash - qiziqish anatomiyasini yaxshiroq ko'rish uchun oynani sozlash (windowing).

RKT ning kamchiliklari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Bemorga nisbatan yuqori (rentgenografiya bilan solishtirganda) radiatsiya ta'siri - bu holat KTni faqat qat'iy ko'rsatmalar uchun qo'llashning qat'iy zarurligini taqozo etadi (homilador ayollarga mumkin emas);
2. Zich tuzilmalardan, ayniqsa metallardan yasalgan artefaktlarning paydo bo'lishi - bo'g'im protezlari, begona jismlar va boshqalar.
3. Yumshoq to'qimalarning nisbatan past kontrastli o'lchamlari.

Harakatni ro'yxatga olish usullari

Ushbu guruhga tegishli metodlar yurak, siydik yo'llari tizimi, qizilo'ngach, oshqozon va boshqalarni tekshirish uchun analog texnologiyalar bilan qo'llanilgan.

Hozirgi vaqtda deyarli barcha nur diagnostika qurilmalarida tadqiqotni raqamli formatda qayd etish tizimlari mavjud bo'lib, bu shifokor kabinetida ham,

shaxsiy kompyuterda ham organlar va tizimlarning funksiyalarini batafsilroq baholash uchun tadqiqotlarni qayta ko'rish imkonini beradi.

ULTRATOVUSH DIAGNOSTIKASI

Ultratovush diagnostikasi (UTD, sonografiya, ultrasonografiya) - inson tanasining ichki organlari tasvirini olish uchun yuqori chastotali tovush (ultratovush) to'liqlaridan foydalanadigan nur diagnostika usuli. Usul ichki tuzilmalardan aks ettirilgan ultratovush to'liqlarini qayd etishga asoslangan - aks-sado (tovush diapazonidagi to'liqlarning odatiy aksini aks ettirishga o'xshash). Ushbu usulga nisbatan ba'zan **ultratovushli tomografiya** yoki **sonotomografiya** nomlari ishlatiladi, chunki tasvirlar ma'lum tekisliklarda yoki bo'laklarda olinadi.

Ultrasonik tekshiruvi klinik amaliyotda keng qo'llaniladi. So'nggi bir necha o'n yilliklarda bu usul ko'plab kasalliklarni tashxislashni ta'minlaydigan eng keng tarqalgan va muhim usullardan biriga aylandi. Metodika hech qanday **qo'llash mumkin bo'lmagan holatlarga ega emas, xavfsiz**, metod ancha **yuqori diagnostika samaradorligi** bilan ajralib turadi (bir qator kasalliklarda diagnostika aniqligi patologik-anatomik ma'lumotlar bilan solishtirilganda 80% dan oshadi), **soddaligi, nurlanish ta'sirining yo'qligi** (homilador ayollar va bolalarni tekshirishga imkon beradi), **invaziv emasligi, bir nechta takror tadqiqotlarni o'tkazish imkoniyati**, shuningdek, **real vaqt rejimida** amalga oshirilishi. Ultrasonik uskunasi og'ir, tashish mumkin bo'lmagan bemorlarni tekshirish uchun har qanday tibbiy muassasaga yetkazish mumkin. Yana bir afzallik - ko'plab organlar va tizimlarni **bir vaqtning o'zida tekshirish**, bu murakkab klinik ko'rinishda ayniqsa muhimdir. Nur diagnostikaning boshqa usullariga nisbatan muhim afzalligi - bu usulning iqtisodiy samaradorligi hamdir. Jumladan, ultratovush tekshirishning narxi an'anaviy rentgen usulidan bir necha barobar, RKT va MRTdan esa bir necha o'n baravar arzondir. Shuning uchun ultrasonik diagnostikasi ko'plab organlar va tizimlarni o'rganish uchun **skrining usuli** sifatida ishlatilishi mumkin.

Shu bilan birga, ultratovush usuli bir qator kamchiliklarga ega:

- **bir qator organlar va tizimlarni o'rganishda sezilarli cheklovlar** (o'pka, ichki suyak tuzilishi, kattalardagi bosh miya, gaz bilan to'lgan ichaklar);
- olingan **tasvir sifatining** qurilma modeliga bog'liqligi;
- olingan tasvirlarni talqin qilishda **subyektivlik**, ya'ni tashxisning aniqligi shifokorning malakasiga bog'liqligi;
- tushirilgan tasvirlarning yomon namoyish etilishi va shunga mos ravishda tasvirlarni hujjatlashtirishda nisbatan past imkoniyatlar.

Biroq shunga qaramay, ultrasonik diagnostikasi hozirda klinik amaliyotda eng ko'p qo'llaniladigan usulga aylandi. Bir qator organlar va tizimlarning kasalliklarini tashxislashda ushbu usulni afzal ko'rilgan yoki asosiy diagnostika usuli deb hisoblash mumkin. Klinik murakkab holatlarda ultratovush tekshiruv natijalari yanada samarali nurdiagnostika usullaridan foydalangan holda bemorlarni kelgusi tekshirish rejasini belgilashga imkon beradi.

Ultratovush tekshiruv turli organlar va tizimlarning kasalliklarini aniqlash uchun keng qo'llaniladi. Mazkur metod ayniqsa, ovqat hazm qilish tizimi (jigar, o't pufagi, o't yo'llari, oshqozon osti bezi), yurak-qon tomir tizimi, genitouriya (buyraklar, bachadon, tuxumdonlar, prostata), akusherlik (prenatal diagnostika), yuzaki joylashgan organlar (sut bezlari, qalqonsimon bez, limfa tugunlari) va boshqa shu kabi organlarni tekshirishda yuqori diagnostika samaradorligiga ega.

Ultrasonik tekshiruv vaqtida ultratovush shifokori hal qiladigan vazifalar quyidagilardan iborat:

- organning holatini, uning boshqa organlar va tizimlar bilan aloqasini baholash;
- uning hajmi, shakli, konturini baholash;
- organning tuzilishini baholash (exogenlik), patologik exogenlik zonalarini (struktura buzilishi), o'choqlarni topish;
- organ yoki tizimning faoliyatini baholash;
- o'rganilayotgan organ, hududning qon oqimini baholash;
- ultratovush xulosasini tuzish uchun olingan ultrasonik rasmini klinik, laboratoriya va boshqa ma'lumotlar bilan solishtirish.

Ultratovush diagnostikasning fizikaviy asoslari. Ultratovush to'liqlari diagnostika uchun foydalanishga imkon beruvchi ma'lum xususiyatlarga ega:

- to'g'ri chiziqli tarqaladi - shuning uchun o'rganilayotgan organlarning chiziqli o'lchamlari va shaklini saqlab qolgan holda, ularning tasvirlarini deyarli hech qanday buzilishsiz olish mumkin;

- fokusni jamlash imkoni mavjud;

- organlarning ichiga kira oladi;

- biologik to'qimalarning tashqi konturlari va ularning ichki tuzilishining turli zichlik chegaralaridan farqli holatda aks etadi - organlarning ichki tuzilishi va funksiyalari haqida ma'lum ma'lumotlarni yetkazishga qodir.

Ma'lumki, **tovush mexanik bo'ylama to'liq** bo'lib, unda zarrachalarning tebranishlari energiya tarqalish yo'nalishi bilan bir xil tekislikda bo'ladi.

16 Gs dan 20 kGs gacha bo'lgan chastota odam uchun eshitish zonasi, 16 Gs dan past bo'lgan tovush to'liqlarining chastotasi **infratovushga** tegishlidir (zilzilalar paytidagi tovush tebranishlari, kema mashinalari, samolyotlarning dvigatellari chiqaradigan tovushlar). - **20 kGs** dan ortiq chastotali tovush tebranishlari esa - **ultratovushdir**. 25-500 kGs diapazonidagi chastota tabiatdagi tirik organizmlar – ko'rshapalaklar, delfinlar va kitlarning ba'zi zotlari tomonidan qo'llaniladi.

Inson eshitish zonasi tovushi kabi, ultratovush ham tebranishda bo'lgan modda molekulalarining siqilish va siyraklanish zonalarining almashinishi shaklida atrof-muhitda tarqaladi (15-rasm).

Ultratovush to'liqlarining asosiy xarakteristikalar **tebranish davri (T)** - moddaning molekulasi yoki zarrasi bitta to'liq tebranish hosil qiladigan vaqt, **chastota (ν)** - vaqt birligidagi tebranishlar soni, **uzunlik (λ)** - bir faza nuqtalari orasidagi masofa va **tarqalish tezligi (c)**. To'liq uzunligi uning chastotasiga teskari proportsionaldir.



15-rasm. Tovush (ultrasonik) to‘lqinining manbadan hosil bo‘lgan muhitda tarqalish sxemasi.

Ultratovushning tarqalish **tezligi (c)** - to‘lqinning muhitda harakat qilish tezligidir. O‘lchov birligi - m/s. Ultratovushning tarqalish tezligi faqat **muhitning (to‘qimalarning) xususiyatlari**, asosan zichligi va tarangligi (elastiklik) bilan belgilanadi.

To‘qima	c (m/s)
Miya	1510
Jigar	1550
Buyraklar	1565
Mushaklar	1580
Yog‘ to‘qimasi	1450
Suyaklar	4080
Qon	1570
Yumshoq to‘qimalar (o‘rtacha)	1540
Havo	330

Inson tanasining to‘qimalarida ultratovushning **o‘rtacha tarqalish** tezligi **1540 m/s** ni tashkil qiladi - ko‘pchilik ultratovush diagnostika uskunolari ushbu tezlikka dasturlashtirilgan.

Ultratovush to‘lqini tarqalganda, energiya uzatilishi yuz beradi (**to‘lqin intensivligi I**). Yuborilayotgan ultratovushning intensivligi tana to‘qimalari orqali o‘tayotganda asta-sekin kamayadi. Intensivlikning (yoki quvvatning) umumiy

yo'qolishi **zaiflashuv** deb ataladi va u pasayish, yutilish va tarqalish orqali sodir bo'ladi.

Ultratovushning so'rilmagan qismi to'qimalar tomonidan tarqalib ketishi yoki aks-sado sifatida qayd etilishi mumkin. Ultratovushning to'qimalardan o'tish yengilligi qisman zarrachalarning massasiga (**to'qimalarning zichligini** belgilaydigan) va qisman zarrachalarni bir-biriga tortadigan **elastiklik kuchiga** bog'liq. Ultratovushning to'qimalardan o'tish tezligi asosan uning elastikligi bilan belgilanadi. To'qimaning zichligi va elastikligi birgalikda uning **akustik qarshiligi** deb ataladigan yoki **impedansni** aniqlaydi ($Z = \rho c$, bu erda Z - akustik qarshilik, ρ - zichlik, c - ultratovushning to'qimalarda tarqalish tezligi).

Akustik qarshilikdagi farq qanchalik katta bo'lsa, ultratovushning aks etishi shunchalik katta bo'ladi. Akustik impedansda juda katta farq yumshoq to'qimalar-gaz chegarasida mavjud va deyarli barcha ultratovushlar undan aks etadi. Bu bemorning terisi va ultratovush to'lqinini butunlay to'sib qo'yishi mumkin bo'lgan qatlamni yuzaga keltirish vositasi sifatida surtiladigan geldan foydalanish sababini izohlaydi. Shuning uchun ultratovush tekshiruvi gaz yashiringan ichakni yoki havo bilan to'ldirilgan o'pka to'qimasi sohasini ko'rsata olmaydi. Shuningdek yumshoq to'qimalar va kortikal suyak o'rtasidagi akustik impedansda nisbatan katta farq mavjud. Suyak tuzilmalari ultratovush tekshiruviga xalaqit beradi yoki uni butunlay istisno qiladi (yurakni, jigarning o'ng bo'lagini, taloqni, buyraklarni o'rganish vaqti - qovurg'alar, kattalarda bosh miyani tekshirishda bosh suyagi tekshirishga imkon bermaydi kabilar).

Shu bilan birga, **chastota qanchalik baland bo'lsa** (mos ravishda, to'lqin uzunligi qanchalik qisqa bo'ladi), ultratovush apparatining o'lchamlari shunchalik yuqori bo'ladi, ya'ni. tasvirdagi nozik tafsilotlarni ko'rish imkoniyati mavjud bo'ladi. Boshqa tomondan, chastota qanchalik baland bo'lsa, o'tish kuchi yoki skanerlash chuqurligi shunchalik past bo'ladi. **Ultratovush diagnostikasida 2-15 MGs diapazoni qo'llaniladi.** Bu diapazon ultratovushning fizik xususiyatlari (skanerlash chuqurligining chastotaga bog'liqligi) va ultratovush tekshiruvining

diagnostika vazifalari (mumkin bo'lgan eng yuqori aniqlikka ega tasvirni olish) bilan bog'liq.

Ultratovushning organizmning yumshoq to'qimalariga kirish chastotasi va chuqurligi nisbati taxminan quyidagilarni tashkil etadi:

1 MGs - 50 sm gacha

3,5 MGs - 30 sm

5 MGs - 15 sm

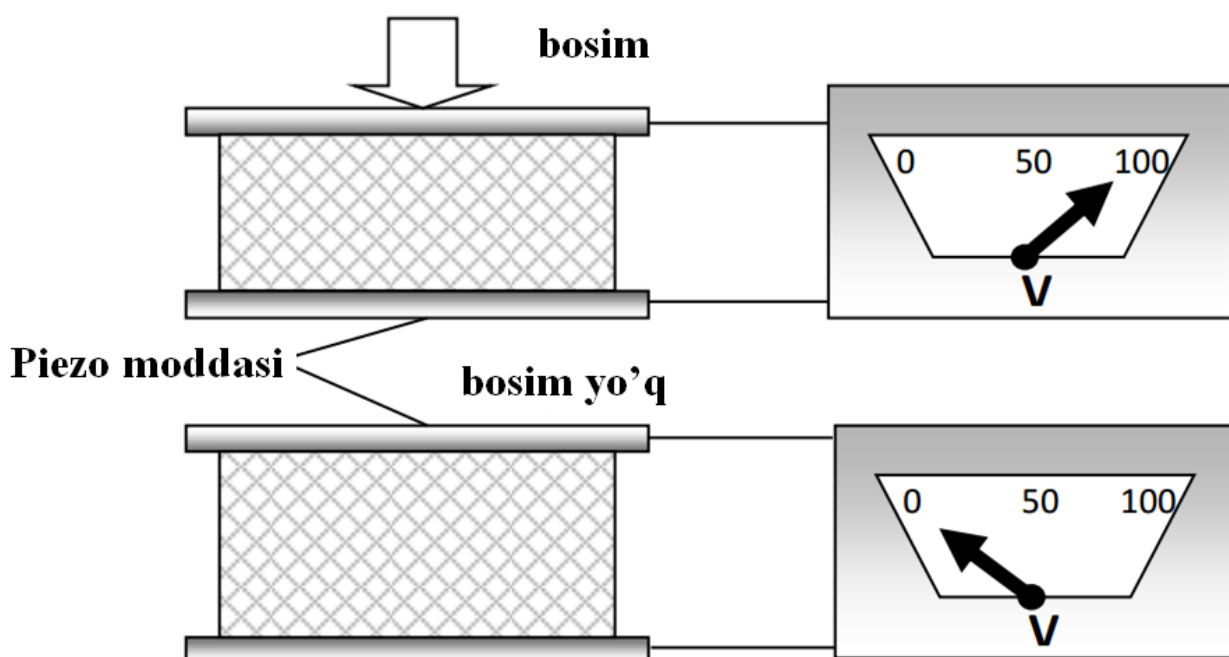
7,5 MGs - 7 sm

10 MGs - 5 sm

Ultratovush to'liqlarini ishlab chiqarish va qabul qilish qurilmalari.

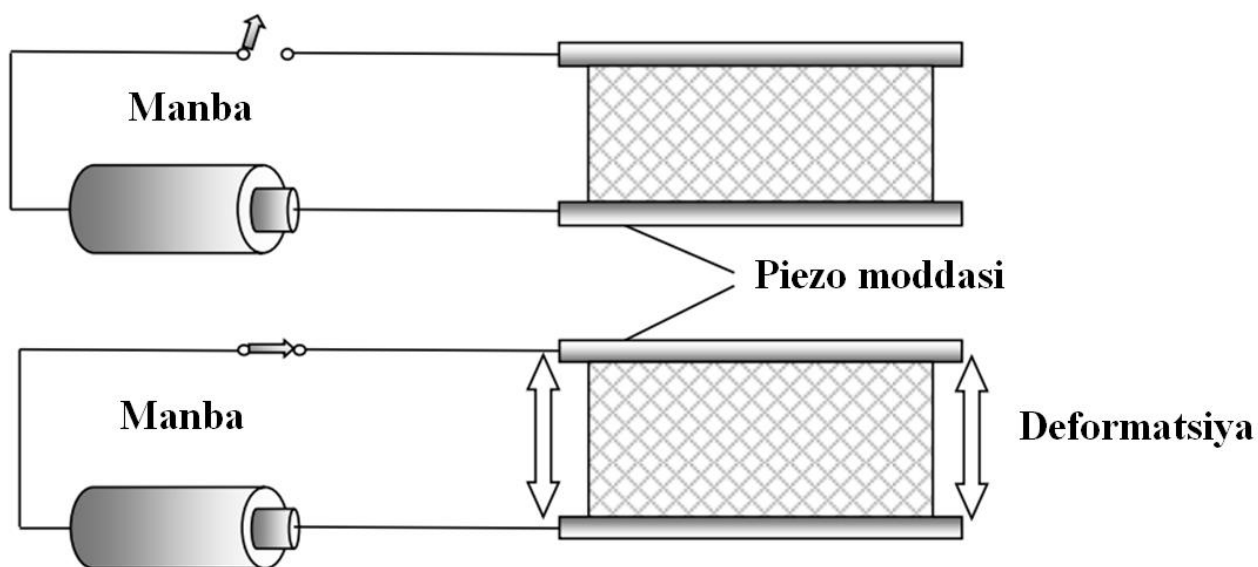
Birinchi jahon urushi davrida aks-sado beruvchi qurilma yoki sonar (gidrolokator) ning yaratilishini ultratovush usulining tug'ilishi deb hisoblash mumkin. Ikkinchi jahon urushi davrida ultratovush nazariyasining rivojlanishi davom etdi va gidrolokator esa amaliyotda takomillashtirilib bordi. Gidrolokator - suv ostidagi jismlarga tovush to'liqlarini yuboradigan va ulardan aks ettirilgan aks-sadolarni qabul qilib oladigan qurilma. Keyinchalik, mazkur konsepsiyalar tibbiy diagnostikada o'z qo'llanilishi va kelgusi rivojini topdi.

Ultratovush to'liqlarini olish uchun asos bo'lib 1881-yilda aka-uka Kyuri tomonidan kashf etilgan piezoelektrik effekt xizmat qildi. Pyezoelektrik effektning mohiyati shundaki, ma'lum fizik xususiyatlarga ega bo'lgan kimyoviy birikmalar (kvars, bariy titanat, kadmiy sulfat va boshqalar) mavjuddir. Shunga ko'ra, monokristallarning deformatsiyasiga olib keladigan tashqi mexanik ta'sir bilan ularning yuzasida belgisiga ko'ra qarama-qarshi elektr zaryadlari paydo bo'ladi. Bu **to'g'ridan-to'g'ri piezoelektrik effekt** hisoblanadi(16-rasm). Kundalik hayotda to'g'ridan-to'g'ri piezoelektrik effektidan foydalanishga misol - piezo zajigalka - uni bosganingizda, pyezokristal deformatsiyalanadi va elektr zaryadi hosil bo'ladi, uchqun yordamida yoqilg'i komponenti yonadi.



16-rasm. To'g'ridan-to'g'ri piezoelektrik effekt sxemasi.

Bundan tashqari, piezoelektrik elementlarning yana bir (teskari) xususiyati mavjud - bu monokristallarga o'zgaruvchan elektr zaryadi qo'llanilganda, ularning mexanik tebranishlari paydo bo'ladi, ular elektr tokining ma'lum parametrlari ostida ultratovush to'lqinlarini hosil qilishi mumkin. Bu **teskari piezoelektrik effekt** sanaladi (17-rasm).



17-rasm. Teskari piezoelektrik effekt sxemasi.

Piezoelektrik elementlarning bu xususiyatlari ultratovush qurilmalarida qo'llanila boshlandi, chunki bir piezoelektrik kristal muqobil ravishda ultratovush to'lqinlarining qabul qiluvchisi va manbai bo'lishi mumkin edi. Ultratovush qurilmaning bu qismi akustik o'zgartirgich yoki transduser (ingl. *transduser* - o'zgartirgich) deb ataladi, eng keng tarqalgan nomi ultrasonik datchik (ko'rsatkich)dir. O'zgartirgich energiyaning bir shaklini boshqasiga - elektr energiyasini ultrasonik tebranishlari energiyasiga aylantiradi va aksincha.

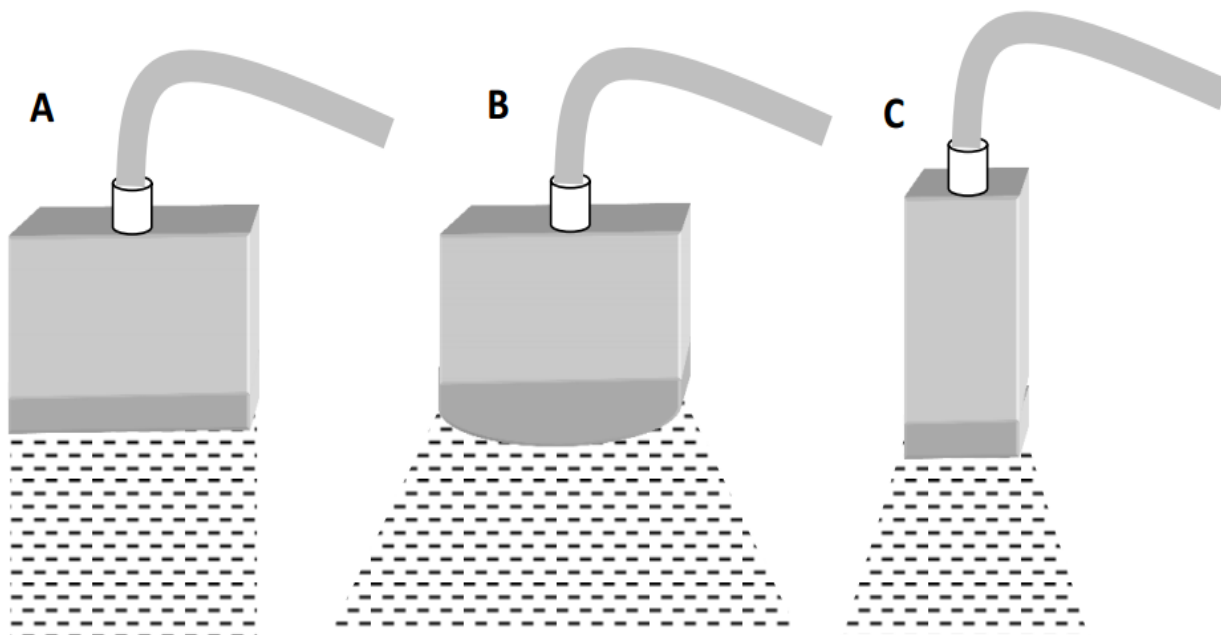
Zamonaviy ultratovush qurilmalarida ultrasonik datchiklarining bir nechta asosiy turlari mavjud bo'lib, ular ishlash chastotasi (mos ravishda skanerlash chuqurligi va tasvir sifati yoki o'lchamlari), shuningdek skanerlash yuzasining o'lchami va shakli bilan farqlanadi. Ultrasonik datchiklarning asosiy turlari:

1. **Chiziqli datchik** (18-rasm, A) - chastotasi 5-15 Mts, ko'pincha 7,5 MGs bo'lgan yuqori chastotali datchik, asosan, yuzada joylashgan organlarni (qalqonsimon bez, ko'krak bezlari, limfa tugunlari, yuzaki tomirlar va boshqalarni o'rganish uchun ishlatiladi). Olingan tasvirning minimal darajada buzilishlarga ega bo'ladi, chunki transduserning o'zi tana yuzasidagi holati o'rganilayotgan organning o'lchamiga to'liq mos keladi. Yuqori chastota tufayli chiziqli datchiklar o'rganilayotgan sohaning yuqori aniqlikdagi tasvirini olish imkonini beradi, lekin kichik skanerlash chuqurligi bilan chegaralangan bo'ladi (8-10 sm dan oshmasligi kerak). Bundan tashqari, chiziqli datchiklarning kamchiligi - transduser yuzasining bemorning terisiga bir xilda tekkazishni ta'minlashdagi qiyinchilikning mavjudligidir, bu ko'pincha teri va datchik o'rtasida havo bo'shliqlari paydo bo'lishiga va shunga mos ravishda natijada paydo bo'ladigan tasvirdagi ba'zi noaniqlikka olib keladi.

2. **Qavariq datchik** (inglizcha *convex* - qavariq) (18-rasm, B) - o'rganilayotgan hududdagi teri bilan yaxshiroq aloqa qilishni ta'minlaydigan qavariq ishchi yuzasiga ega; chastota 1,8-7,5 MGs, ko'pincha - 3,5 MGs. Biroq, qavariq datchiklardan foydalanilganda, olingan tasvirning kengligi biroz kattaroq bo'ladi va o'rganilayotgan obyektning shakli buzilishi mumkin. Anatomik belgilarni aniqlashtirishda shifokor ushbu nomuvofiqlikni hisobga olishi kerak.

Pastki chastota tufayli skanerlash chuqurligi 25-30 sm ga etadi, u qorin bo'shlig'ining chuqur joylashgan organlarini, retroperitoneal bo'shliqni, kichik tosni va boshqalarni o'rganish uchun ishlatiladi.

3. **Sektorli datchik** (18-rasm, C) - kichik ish yuzasiga ega, hosil bo'lgan ultratovush to'lqinlari sektor shaklida bo'ladi, tranduserning o'lchamlari va olingan tasvir o'rtasida yanada katta tafovut mavjud. 2-5 MGs chastotada ishlaydi. Tana yuzasining kichik maydonidan bir necha baravar ko'proq chuqurroq ko'rinish olish zarur bo'lgan hollarda, masalan, exokardiyografiya paytida interkostal bo'shliqlar orqali yurak tekshiruvi o'tkazilganda qo'llaniladi. Bundan tashqari, u bir yoshgacha bo'lgan bolalarda miyani o'rganishda qo'llaniladi - katta va kichik fontanellar orqali ko'riladi.



18-rasm. Datchiklarning asosiy turlari (A - chiziqli, B - qavariq, C - sektorli) va ular tomonidan yaratilgan ultratovush to'lqinlarining tarqalish yo'nalishlari.

Ultratovush diagnostikasida tasvirni olish uchun qisqa impuls (impulslar) shaklida chiqariladigan ultratovush ishlatiladi. U piezoelektrik elementlarga qisqa elektr impulsini qo'llash orqali hosil bo'ladi. Pulsning davomiyligi 1 mks. Xuddi shu datchik, to'lqinlarning paydo bo'lishi orasidagi tanaffusda, aks ettirilgan signallarni qabul qiladi va ularni elektr signaliga aylantiradi. Ya'ni, ish paytida

datchik ultratovush to'liqlarini vaqtning atigi 0,001 qismida (1 mks) hosil qiladi, qolgan 0,999 (999 mks) qismida esa aks ettirilgan to'liqlarni qabul qiladi (qabul qiluvchi sifatida ishlaydi).

Shunday qilib, **ultratovushli skanerlashning butun jarayonini quyidagi bosqichlarga bo'lish mumkin:**

- ultratovush to'liqlarini hosil qilish (teskari piezoelektrik effekt);
- ultratovush to'liqlarining to'qimalarga kirib borishi;
- ultratovush to'liqlarining to'qimalar bilan o'zaro ta'siri, "exo" ning turli kuchlari ko'rinishidagi bo'lingan muhitlar chegarasidan aks ettirish;
- aks ettirilgan signallarni elektr signaliga aylantirish (to'g'ridan-to'g'ri piezoelektrik effekt);
- aks ettirilgan signallarni ro'yxatga olishning har xil turlari yoki tasvirni skanerlashning har xil turlari yordamida elektr signalini qayd qilish.

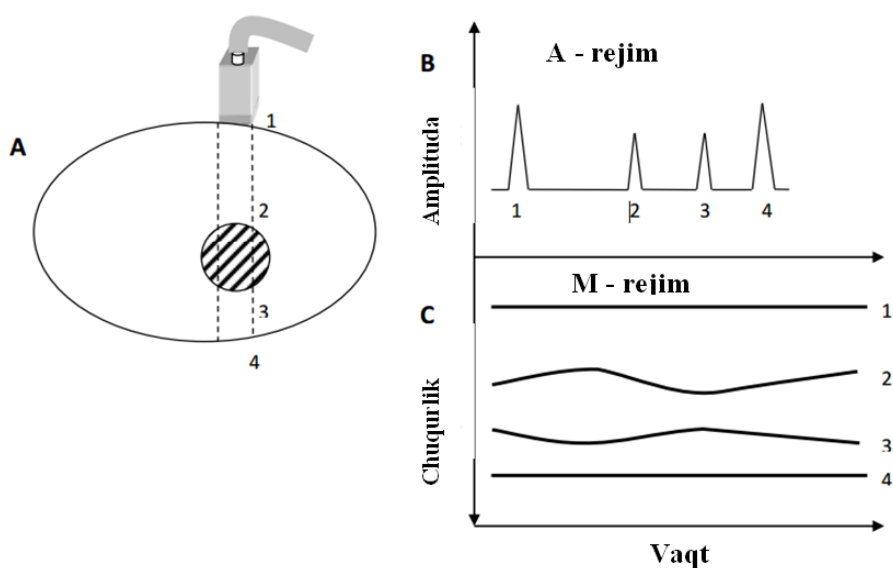
Aks ettirilgan exo signallarini qayd qilish yoki ultratovush qurilmalarining ishlash rejimi usullari. Ko'rsatilgan aks-sado signali ekranda quyidagi rejimlarda ko'rsatilishi mumkin:

- **A rejimi;**
- **B rejimi;**
- **M-rejimi;**
- **Doppler rejimlari;**
- **kombinatsiyalangan rejimlar** (ikki yoki undan ortiq rejimlardan bir vaqtda foydalanish);
- **hajmli tasvirni yaratish rejimlari (3D va 4D);**
- **elastografiya.**

Eng oddiy va tarixiy jihatdan birinchi bir o'lchovli rejim tasvirlangan aks-sado - **A-rejimli displey (amplitudali rejim)** deb ataladi (19-rasm, A, B). Ushbu format turli chuqurlikdagi exolarni chuqurlikni (yoki real vaqtni) ifodalovchi gorizontaal chiziqli vertikal cho'qqilar sifatida ko'rsatadi. Exoning kuchi paydo bo'lgan cho'qqilarning har birining balandligi yoki amplitudasini belgilaydi, atama nomi ham shundan kelib chiqadi: amplituda rejimi yoki A-rejimi.

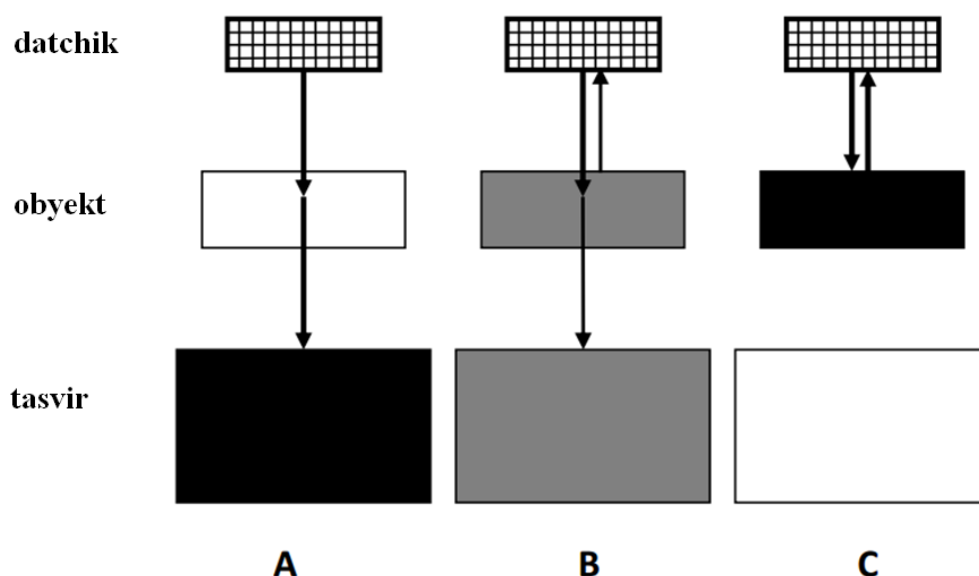
A-rejimi formati ultratovush nurlarining yo‘li bo‘ylab akustik impedansning faqat bir o‘lchovli tasvirini beradi va hozirda diagnostika uchun kamdan-kam qo‘llaniladi, chunki usulning aniqligi yuqori emas.

Shuningdek, aks ettirilgan ultratovush signalini M-rejimi, M-mode (M - inglizcha *motion* - harakat, harakat qilmoq) shaklida ro‘yxatga olish usuli mavjud (18-rasm, A, C). Bu ham bir o‘lchovli rejim bo‘lib, hozirgi kunda keng qo‘llaniladi. Bunday tasvirda monitordagi chuqurlik o‘qi vertikal, vaqt bazasi esa gorizontal yo‘naltirilgan. Shu tarzda, ultratovush nuri bo‘ylab joylashgan aks ettiruvchi tuzilmalarning harakatlari haqida batafsil ma‘lumot beruvchi egri chiziqlar olinadi. Ushbu rejim yurakni o‘rganishda keng qo‘llaniladi, bunda yurak klapanlari varaqalari harakatini kuzatish, uning qisqarishi paytida yurak bo‘shliqlari hajmining o‘zgarishini baholash, ayniqsa katta qon tomirlarning qisqarish xususiyatlarini o‘rganish mumkin.



19-rasm. A - tanaga tor yo‘naltirilgan ultratovush nurini chiqaradigan datchikning sxematik ko‘rinishi. Nur pulsatsiyalanuvchi qon tomirlari (soyali doira) orqali o‘tadi. Nur bo‘ylab joylashgan to‘rtta aks ettiruvchi tuzilmalar ko‘rsatilgan: teri yuzasi (1), tomirning oldingi devori (2), tomirning orqa devori (3) va tananing orqa chegarasi (4). B - to‘rtta aks ettiruvchi strukturaning A rejimidagi tasviri. C - xuddi shu to‘rtta strukturaning M rejimidagi tasviri. Tomir pulsatsiyalari uning old va orqa devorlaridan aks-sado signallari orasidagi masofaning davriy o‘zgarishi bilan ko‘rinadi.

Hozirgi vaqtda klinik amaliyotda **B-rejimi** (inglizcha *brightness* - yorqinlik) deb ataladigan rejim eng ko‘p qo‘llaniladi (20-rasm). Bu atama aks-sadoning ekranda yorqin nuqtalar ko‘rinishida ko‘rsatilishini va yorqinlik aks-sadoning kuchiga qarab belgilanishini bildiradi.



20-rasm. B-rejimida ultratovushli tasvirlarni olish prinsipi (matndagi tushuntirishlar).

Bu bizga tanish bo‘lgan organlar va to‘qimalarning real vaqtda tomografik tasviridir. Tasvirning shakllanishi turli to‘qimalarning ultratovush to‘lqinlarini turlicha o‘tkazishi bilan belgilanadi: ba’zi to‘qimalar ularni to‘liq aks ettiradi, boshqalari ularni tarqatib yuboradi. Agar ultratovush to‘lqini (19-rasm, o‘qlar) to‘qimadan aks etmasdan erkin o‘tib ketsa, ekrandagi bu joy qora, "exo-shaffof" bo‘ladi (19-rasm, A). Agar to‘qimalar ultratovush to‘lqinlarini o‘rtacha darajada o‘zlashtirsa va ularning bir qismi aks etsa, bu to‘qima "o‘rta exogenlik" ga ega bo‘lsa, u ekranda kulrang ko‘rinadi (19-rasm, B). Agar to‘qima ultratovush to‘lqinlarini to‘liq aks ettirsa, u holda ekranda bunday obyektning faqat chegarasi oq rangli "yuqori ekojenlik" chizig‘i shaklida ko‘rinadi, chuqurroq organlar va to‘qimalarni ko‘rish mumkin bo‘lmaydi (19-rasm, C).

Shunga ko'ra, ultratovush to'liqlarini aks ettiruvchi to'qimalar **echo-zich**, o'tkazib yuboradigan to'qimalar **exo-shaffof** yoki anexogen deb ataladi. Obyekt qanchalik yorug' ko'rinsa, uning **exogenligi** - ultratovush signalini aks ettirish qobiliyati shunchalik yuqori bo'ladi.

Zamonaviy ultratovush apparatlari 1024 tagacha kul rang jilosini qayd etishi mumkin, bu esa organlarning juda real tasvirini olish imkonini beradi.

B-rejim tadqiqotini tavsiflashda ishlatiladigan **asosiy atamalar**:

- **exonegativ** (anexogen, gipoexogen) struktura - ultratovush to'liqlarini yaxshi o'tkazadigan, monitor ekranida qora yoki qorong'i ko'rinadigan struktura (har qanday suyuqlik - qon, siydik, efüzyon, shish, shuningdek tog'ay to'qimalari);

- **ekopozitiv struktura** (exogen, giperexogen) - yuqori akustik qarshilikka ega bo'lgan struktura, monitor ekranida yorqin yoki oq ko'rinadi (konkrement);

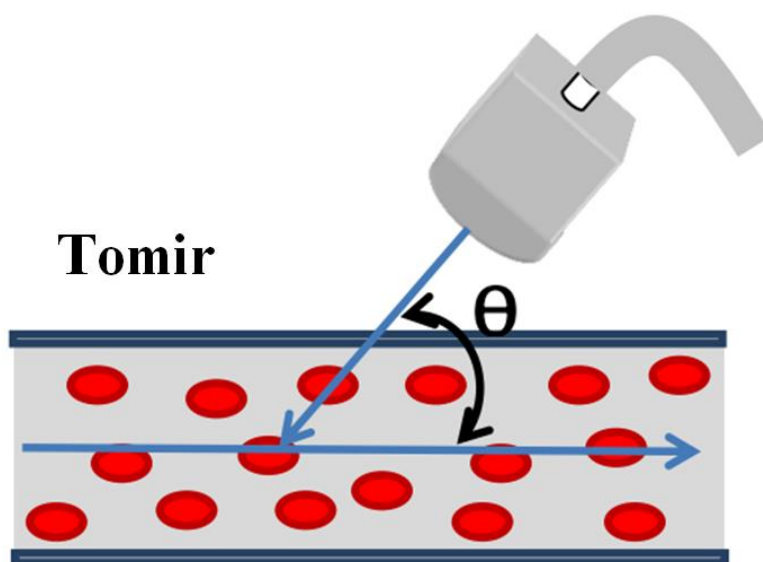
- **akustik soya** - ultratovush nurlari kirmaydigan va tarkibini baholab bo'lmaydigan giperexogen obyekt orqasidagi bo'shliq, ekranda qora chiziq ko'rinishida aks etadi (masalan, konkrement orqasidagi soha yoki suyak strukturasi orqasidagi soha).

Ultrasonik tadqiqot usuli nafaqat organlar va to'qimalarning strukturaviy holati haqida ma'lumot olish, balki tomirlardagi oqimlarni tavsiflash imkonini beradi. Bu imkoniyat Doppler effektiga asoslangan - qabul qilingan tovush chastotasining tovush manbasi yoki qabul qiluvchisi yoki tovushni tarqatuvchi jismning muhitiga nisbatan harakatlanayotganda o'zgarishi. Har qanday barqaror muhitda tovushning (ultratovush) tarqalish tezligi barqaror bo'lganligi sababli kuzatiladi. Shuning uchun tovush manbai doimiy tezlikda harakatlansa, harakat yo'nalishi bo'yicha chiqarilgan tovush to'liqlari avvalgilarini "quvib yetadigan"dek bo'ladi va tovush chastotasini oshiradi. Qarama-qarshi yo'nalishda tarqaladigan to'liqlar, mos ravishda, "ortda qolgan"dek bo'ladi, bu esa tovush chastotasining pasayishiga olib keladi. Biz bu effektni muntazam ravishda - o'tayotgan mashinalar, poyezdlar va hokazolar chastotasining o'zgarishini (ovoz balandligi o'zgarishiga qo'shimcha ravishda) kuzatganimizda uchratamiz. (21-rasm).



21-rasm. Doppler effekti sxemasi - tovush manbai (A) dan tovushni qabul qiluvchi (B) tomon yoʻnalishda harakat qilganda tovush toʻlqini chastotasining oʻzgarishi.

Dastlabki ultratovush chastotasini oʻzgartirilgani bilan solishtirish orqali Doppler siljishini aniqlash va tezlikni hisoblash mumkin. Bunday holda, obyekt nurlanish manbasidan uzoqlashishi yoki yaqinlashishi kerak (bizning holatda, datchikka nisbatan). Agar obyekt datchik boʻylab harakatlansa, ya'ni na yaqinlashmasa va na uzoqlashmasa, u harakatsiz yoki Doppler tadqiqoti uchun "koʻrinmas" boʻlib qoladi. Doppler effektini tibbiyotda qoʻllashda qon elementlari harakatlanuvchi obyekt sifatida ishlatiladi (22-rasm).



22-rasm. Tomirning dopplerografiyasi sxemasi, bu erda θ - sensorning egilish burchagi (45° dan oshmasligi kerak).

Doppler rejimlari qon oqimining asosiy parametrlarini - **tezligini, yoʻnalishini, laminarligini**, shuningdek, oʻrganilayotgan hududning **vaskulyarizatsiya** darajasini baholash imkonini beradi.

Hozirgi vaqtda klinik amaliyotda dopplerografiyaning quyidagi turlari qoʻllaniladi: **uzluksiz** va impulsli oqim spektral dopplerografiya (OSD), rangli doppler ultratovush tekshiruvi, energetik Doppler.

Uzluksiz (doimiy toʻlqinli) OSD, Continuous Wave Doppler (CWD yoki CW) – ushbu metodika doimiy nurlanish va aks ettirilgan ultratovush toʻlqinlarini doimiy qabul qilishga asoslangan. Yuqori tezlikli oqimlarga ega boʻlgan tomirlarda qon oqimining miqdorini aniqlash uchun ishlatiladi. Kamchiliklari: qatʼiy belgilangan joyda oqimlarni alohida tahlil qilishning iloji yoʻqligi. Exokardiyografiyada doimiy toʻlqinli doppler yordamida yurak siklining u yoki bu fazasida yurak va katta tomirlar boʻshliqlaridagi bosimni hisoblash, stenozning ahamiyatlilik darajasini hisoblash mumkin va hokazo.

Impulsli OSD yoki PW-Pulsed Wave impulsli doppler - bu usul eritrotsidlardan aks ettirilib bir xil datchik tomonidan ketma-ket qabul qilinadigan ultratovush toʻlqinlari impulslarining davriy nurlanishiga asoslangan. U tomirlardagi qon oqimi miqdorini aniqlash uchun ishlatiladi. Vertikal vaqt oʻlchamida oʻrganilayotgan nuqtadagi oqim tezligi aks etadi. Datchikka qarab harakatlanuvchi oqimlar asosiy chiziqdan yuqorida, teskari oqim (datchikdan) pastda koʻrinadi. Maksimal oqim tezligi skanerlash chuqurligiga, impuls chastotasiga bogʻliq va cheklovga ega (yurak kasalligi tashxisida taxminan 2,5 m / s) boʻladi. Qon oqimini oʻrganish joyi nazorat hajmi deb ataladi. Afzalliklari: istalgan nuqtada qon oqimini baholash imkoniyati.

Rangli Doppler ultratovush tekshiruvi, boshqa nomlari - rangli doppler (Rangli Doppler), color flow mapping (CFM), color flow angiography (CFA). Tarqaladigan chastotaning doppler siljish qiymatining ranglarda kodlanishiga asoslanadi. Ushbu metodika yurakdagi va nisbatan katta tomirlardagi qon

oqimining to'g'ridan-to'g'ri vizualizatsiyasini (tasvirlanishini) ta'minlaydi, an'anaviy kulrang shkalali ikki o'lchovli tasvirga qo'shimcha ravishda real vaqt rejimida qon oqimi haqida qo'shimcha ikki o'lchovli ma'lumot olish imkonini beradi. Qimirlamaydigan tuzilmalardan aks ettirilgan signallarni tanib oladi va kulrang ko'rinishda taqdim etadi. Agar aks ettirilgan signal tarqatilganindan farqli chastotaga ega bo'lsa, bu uning harakatlanuvchi obyektidan aks etganligini anglatadi. Odatda, **datchikka qaragan oqim yo'nalishi qizil rangda** va **datchikdan qarshi yo'nalishdagi oqim ko'k rangda** kodlanadi. **Rangning yorqinligi oqim tezligi** bilan belgilanadi. Ushbu ranglarning to'q tuslari past tezliklarga, yorqin tuslari yuqori tezlika mos keladi. Kamchiligi: qon oqimi tezligi past bo'lgan kichik qon tomirlarini tasvirlashning imkoni yo'qligi. Afzalliklari: tomirlarning morfologik holatini ham, ular orqali qon oqimining holatini ham baholashga imkon beradi.

Shuningdek, Doppler tadqiqotining quvvatli Dopplerografiya nomli turi mavjud, ya'ni energetic doppler (ED) - power doppler (PD), harakatlanuvchi obyektlar oqim yo'nalishiga qarab emas, balki faqat uning energiyasiga qarab ranglanadi. Metodika belgilangan hajmdagi eritrotsitlar zichligini aks ettiruvchi doppler spektrining barcha exo (aks-sado) signallarining amplitudalarini tahlil qilishga asoslangan - rang tuslari (to'q to'q sabzirangdan sariqqacha) exosignalining intensivligi haqida ma'lumot beradi. Bunday holda, tomir naqshlari bir rangga bo'yalgan, arteriyalar va tomirlarni tasvirga qarab ajratishning iloji yo'q, ammo bu rejim past tezlikli oqimlarni aniqlash uchun ko'proq sezgir hisoblanadi. Quvvatli dopplerografiyaning diagnostik ahamiyati organlar va patologik hududlarning vaskulyarizatsiyasini baholash imkoniyatidan iborat. U kichik tomirlar tarmog'ini (qalqonsimon bez, buyraklar, tuxumdonlar), tomirlar (jigar, moyaklar) va boshqalarni o'rganishda qo'llaniladi, u rangli Dopplerga qaraganda qon oqimining mavjudligiga ko'proq sezgirdir. Exogrammada u odatda to'q sariq rangda ko'rsatiladi, yorqinroq tuslar qon oqimining yuqori tezligini ko'rsatadi. Kamchiligi: qon oqimining yo'nalishini, tabiatini va tezligini aniqlash mumkin emas. Afzalliklari: ultratovush nuriga nisbatan yo'lidan qat'i nazar, barcha

tomirlar, shu jumladan juda kichik diametrli va past qon oqimi tezligiga ega qon tomirlari ham aks etadi.

So‘nggi paytlarda ultratovush diagnostikasining jadal rivojlanishi, ultratovush diagnostika asboblarini doimiy ravishda takomillashtirish kuzatilmoqda - bu ultratovush tekshiruvining yangi usullarining paydo bo‘lishiga olib keladi, xususan, yaqinda yana bir ultratovush usuli - **elastografiya** paydo bo‘ldi.

Elastografiya (sonoelastografiya) - ultratovush tekshiruvi usullaridan biri bo‘lib, u xavfli o‘smalarnig zichligi va qattiqligidagi o‘zgarishlarga asoslangan differensial diagnostikaga asoslanadi.

Sonoelastografiya standart ultratovush datchigi tomonidan qo‘llaniladigan yumshoq bosim yordamida to‘qimalarning qattiqligini real vaqtda baholash imkonini beradi. To‘qimaniong elastikligi aniqlanadi va B-rejim ekranida ma'lum ranglar bilan aks etadi.

Kompyuterlashtirilgan rang shkalasi: qattiqlik darajasi ma'lum bir rangga mos keladi (ko‘k - qattiq tuzilmalar, qizil va yashil - yumshoq to‘qimalar). Qattiqlik koeffitsienti (strain ratio) tugunning elastikligini va qo‘shni yog ' to‘qimalarining elastikligini qiyosiy tahlil qilish yordamida aniqlanadi. Elastografiya parametrlari: to‘qimalarning siqilish darajasi, real vaqt rejimida skanerlashda barqaror bo‘lgan yuqori yoki past zichlikdagi sohalarning mavjudligi.

Asosiy tekshiriladigan organlar - prostata bezi, siydik pufagi, bachadon, tuxumdonlar, jigar, sut bezlari, limfa tugunlari, yumshoq to‘qimalar va boshqalar.

MAGNIT-REZONANS TOMOGRAFIYASI

Magnit-rezonans tomografiya (MRE) - matematik usullar bilan tiklangan organlar va to‘qimalarning qatlamli va hajmli tasvirlarini olish uchun magnit maydon va radioto‘lqinlardan foydalanishga asoslangan nur diagnostika usuli. Bunday holda, tasvirda to‘qimalarning zichligidagi farq ham,

ya'ni birlik hajmdagi yadrolar soni va bu yadrolarning radiochastota impulsi bilan qo'zg'atilganidan keyin tiklanish tezligidagi farq ham qayd etadi. MRT fizikaviy va texnik asoslariga ko'ra hamda ishlab chiqarish texnologiyasi va kompyuter ta'minoti nuqtai nazaridan ham barcha nur diagnostika usullaridan eng murakkabi, shuningdek, eng qimmat hisoblanadi.

Mazkur metod 1946 yilda F.Bloch va E.Pursel tomonidan kashf etilgan yadro magnit rezonansi hodisasiga asoslangan bo'lib, ular magnit maydondagi ba'zi yadrolar radiochastota impulslari ta'sirida elektromagnit signalini keltirib chiqarishini ko'rsatib berishadi. 1952 yilda ular magnit-rezonansni kashf etgani uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'lishadi.

1970-yillarning boshlarida ingliz olimi P.Lauterburg magnit maydonda gradient yaratish orqali ikki o'lchovli tasvirni olish imkoniyatini kashf etdi. Amerikalik olim P.Mensfeld P.Lauterburg tadqiqotini rivojlantirdi va bu signallarni qisqa vaqt ichida ikki o'lchovli tasvirga aylantira oladigan matematik tizimni yaratdi. 2003 yilda P. Mansfield va P. Lauterburg MRT sohasidagi tadqiqotlari uchun tibbiyot bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'lishadi.

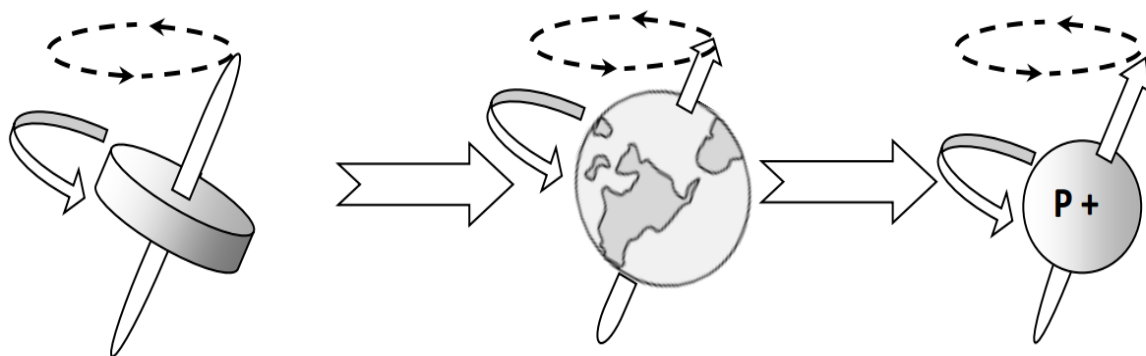
MRTda rentgen usullaridan farqli o'laroq, atomlarni ionlashtirish uchun zarur bo'lgan chastotadan ancha past chastotali radio to'lqinlardan foydalaniladi. MRT biologik to'qimalarga ionlashtiruvchi (zararli) ta'sir ko'rsatmaydi va hozirda deyarli zararsiz hisoblanadi.

MRTning fizikaviy tamoyillari inson to'qimalaridagi atom yadrolari tashqi magnit maydonda bo'lganida ma'lum bir chastotali radio to'lqinlarini o'zlashtira olishi va ularga javob berish xususiyatiga asoslanadi. Ushbu javob radio signallari qabul qiluvchi tomonidan qayd etiladi va inson to'qimalari haqidagi ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Elektr signallari analog-raqamli konvertor tomonidan yozib olinadi va keyin kompyuterga uzatiladi, unda maxsus dasturlar yordamida tasvir hosil bo'ladi.

MRT paytida radioto'liqlar va statik magnit maydonlar bevosita atom yadrosi bilan o'zaro ta'sir qiladi. Hamma yadrolar ham magnit maydonga javob bera olmaydi - faqat toq sonli proton yoki neytronga ega bo'lganlar (inson tanasidagi atomlarning yadrolari) - ^1_1H , $^{13}_6\text{C}$, $^{14}_7\text{N}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{39}_{19}\text{K}$, $^{19}_9\text{F}$, $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{31}_{15}\text{P}$. Biroq amalda faqat bitta proton va bir neytrondan iborat vodorod atomining yadrosidan foydalaniladi, chunki vodorod har qanday organizmda ko'p miqdorda bo'ladi, har bir suv molekulasida 2 vodorod atomidan iborat bo'lib, inson tanasi esa taxminan 85% suvdan tashkil topgan bo'ladi. Bundan tashqari, vodorod boshqa molekulalarda ham mavjud bo'ladi. Shuning uchun MRT da vodorod yadrolari (protonlar) signali ishlatiladi. Vodorod atomi eng oddiy tuzilish bo'lib, uning markazida musbat zaryadlangan zarracha - proton, periferiyada - elektron joylashgan bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, elementar zarralar - atom yadrosi holatida - proton va neytron, kvant mexanik parametri - **spinga** ega bo'lib, klassik fizikada o'xshash - aylanish momentiga ega. Yadro-magnit rezonansi tamoyilini yaxshiroq tushunish uchun yadroni aylanuvchi aylanma o'yinchoq sifatida tasavvur qilish mumkin - u o'z o'qi atrofida aylanadi va shu bilan birga uning aylanish o'qi atrofni tasvirga tushira boradi.

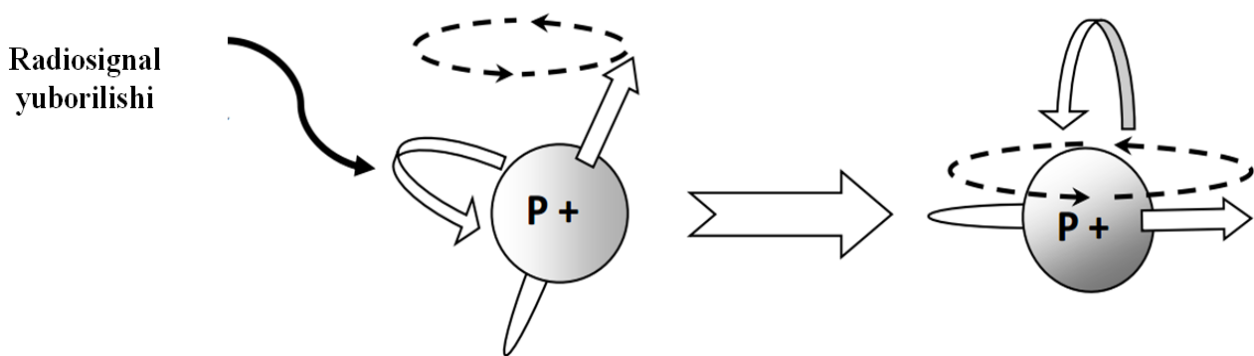
Burilgan o'qning aylanish hodisasi **pretsessiya** deb ataladi. U aylanadigan jismga har safar tashqi kuch ta'sir qilinganda sodir bo'ladi. Misol uchun, aylanma o'yinchoq tortishish kuchi ta'sirida pretsession harakatni boshdan kechiradi yoki og'irlik yo'nalishi bilan belgilanadigan chiziqli atrofida tebranadi (23-rasm).



23-rasm. Vodorod protonining spini, Yer va aylanma o‘yinchoq aylanishida o‘qning vertikal sathidan og‘ish sxemasi.

Yer sayyorasi (shartli ravishda - uning o‘qi) Quyoshning tortishish kuchlari va uni o‘rab turgan sayyoralar ta'sirida pretsession harakatlarni amalga oshiradi. Vodorod protoni (uning spini) – esa tashqi magnit maydon ta'sirida pretsession harakatlarni amalga oshiradi. Magnit maydondagi protonning pretsessiya tezligi magnit maydon ortishi bilan ortadi. Aylanish chastotasi magnit maydon kuchiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri proporsional bo‘lib, Larmor chastotasi deb ataladi.

Amaldagi magnit maydonda pretsessiyada bo‘lgan yadroga **tashqi o‘zgaruvchan elektromagnit maydon - radio to‘lqini orqali ta'sir o‘tkazish** mumkin. Radiochastota nurlanishining ta'siri yadro pretsessiyasining burilish burchagini oshiradi. Biroq, radioto‘lqinlar faqat tabiiy chastotaning pretsessiya chastotasi bilan mos kelishi tufayli oldingi yadrolarga ta'sir qilishi mumkin. Chastotalarning bunday mos kelishi **rezonans** deb ataladi. Burilish burchagining qiymati radioto‘lqinning chastotasi, intensivligi, davomiyligi va yo‘nalishiga bog‘liq. Radiochastota nurlanishining ta'siri pretsessiya o‘qini deyarli vertikal yo‘nalishdan (statik magnit maydon yo‘nalishiga parallel) gorizonttal yo‘nalishga, statik magnit maydonga to‘g‘ri burchak ostida buradi (24-rasm). Pretsessiya o‘qini o‘zgartiradigan pulsning davomiyligi soniyaning bir qismini tashkil qiladi.

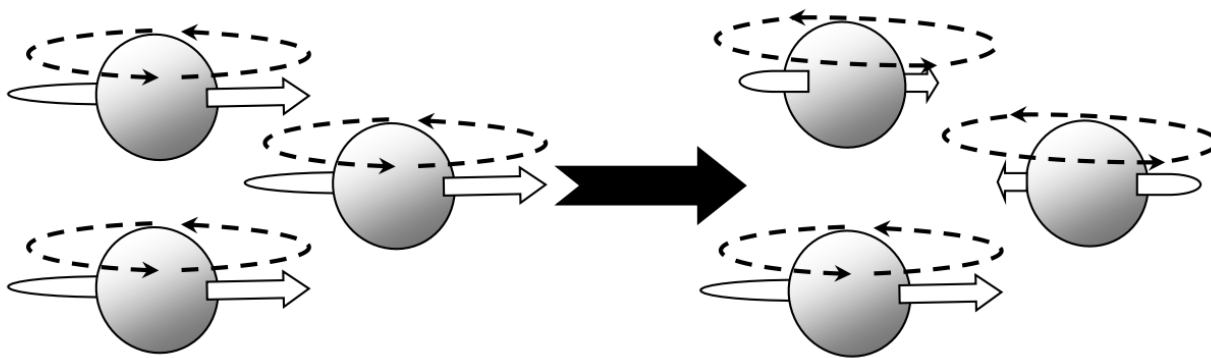


24-rasm. Vodorod protonining chastotasi yadro pretsessiyasi chastotasiga to'g'ri kelganda radioto'lqin ta'sirida uning spinining gorizontaal darajaga og'ish sxemasi.

Rezonansning eng yaxshi tushunarli namunalaridan biri – arg'imchoqdir. Tebranish amplitudasini oshirish uchun arg'imchoqni unda tebranib turgan odam arg'imchoqni tebranish chastotasiga mos ravishda itarishi kerak. Boshqa chastotadagi ta'sir energiyasi tizimga hech qanday ta'sir ko'rsata olmaydi. Shuning uchun radioto'lqinlarning chastotasi pretsessiyadagi yadroning chastotasi bilan rezonansda bo'lishi kerak. Magnit-rezonans usulining asl mohiyati shundadir, ya'ni **vodorod yadrosining pretsession chastotasidagi radiochastota to'lqinlaridan foydalanishdadir.**

Tashqi elektromagnit signal ta'sirini to'xtatgandan so'ng, yadrolar yuborilgan radio to'lqinlarining chastotasi bilan bir xil chastotadagi elektromagnit to'lqinlarni chiqaradigan holda dastlabki holatiga qaytadi. Bu jarayon **relaksatsiya** deb ataladi. Javob radioto'lqinlari MR signalini olish bosqichida qabul qiluvchi bobin tomonidan olinadi. Keyin bu signallar kompyuterga uzatiladi, u yerda ular matematik tarzda qayta ishlanadi va tasvir tuziladi.

Yadro pretsessiyasining moyillik burchagini o'zgartirishdan tashqari, radiochastota impulsiga ta'sir qilishning yana bir turi mavjud. Bunda, radioto'lqin yuborilganda, yadrolar bir fazada pretsessiyaga tusha boshlaydi, ya'ni ularning spinlarining aylanish lahzalari mos kela boshlaydi. Radiochastota impulsini o'chirib qo'ygandan so'ng, ular "fazadan chiqa boshlaydi" (25-rasm).



25-rasm. Radioto‘lqin ta’siridan keyin vodorod yadrolarining bir fazasida pretsessiya qilish sxemasi va ularning keyingi "fazadan chiqish jarayoni".

Shunday qilib, ikkala tizimning chastotalari bir-biriga to‘g‘ri kelganda pretsessiyadagi yadrolarga radioto‘lqin ta’sir o‘tkazishning ikki turi mavjud va shunga mutanosib, relaksatsiyaning ham ikki turi - **T1- va T2-relaksatsiya** mavjuddir.

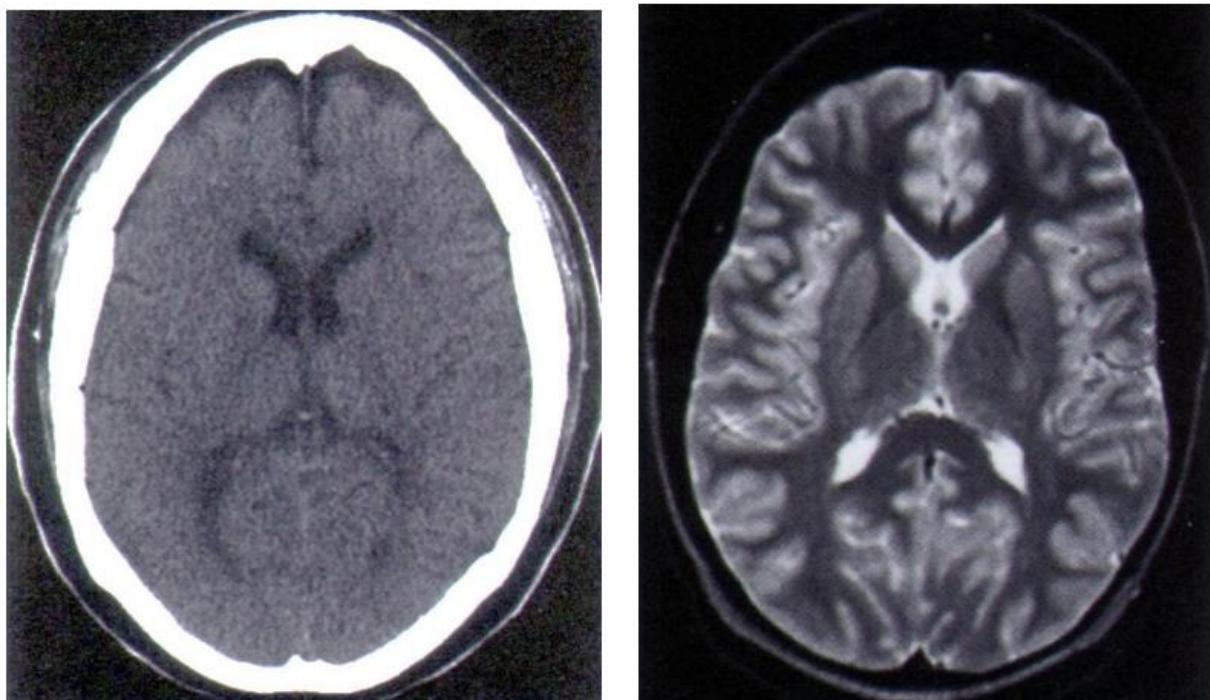
T1 - relaksatsiyasi - bu turdagi relaksatsiya yadrolarning spinlari tobora kichikroq burchaklarda o‘ta boshlaganda va gorizontaal yoki ko‘ndalang pretsessiya holatidan vertikal holatga o‘tganda sodir bo‘ladi. Bu jarayon **spin-panjara relaksatsiyasi** deb ataladi. Signalning dastlabki qiymatidan 63% gacha kamayish vaqti T1 relaksatsiyasi deb ataladi.

T2 - relaksatsiyasi - radiochastota signali ta’siridan so‘ng, "fazadan chiqish" sodir bo‘lganda, ya’ni yadrolar bir-biri bilan bir fazada pretsessiya qilmay qo‘yadi, natijada **ko‘ndalangrelaksatsiya** sodir bo‘ladi. T2 relaksatsiyasi vaqtida MR signalining intensivligi pasayadi. Signalning maksimal qiymatining 63% gacha kamayishi uchun zarur bo‘lgan vaqt T2 deb ataladi.

Bu jarayonlarning tezligi kimyoviy bog‘lanishlar mavjudligiga, kristall panjaraning mavjudligi yoki yo‘qligiga, magnit maydonning bir tekis bo‘lmaganligiga va boshqa omillarga bog‘liq bo‘ladi. Har xil turdagi relaksatsiya ma’lumotlarini qayta ishlash turli xil tasvirlarni olish imkonini beradi.

Tasvirni olishda rol o'ynaydigan uchinchi omil **spin zichligi** yoki "protonlar zichligi" hisoblanadi, ya'ni - to'qima hajmida vodorod yadrolari qanchalik ko'p bo'lsa, MR signali shunchalik kuchli bo'ladi. Biroq, spinning zichligi ikkilamchi omil hisoblanadi, chunki barcha tana to'qimalari taxminan bir xil spin zichligiga ega bo'ladi.

Magnit-rezonans tomografiyasi boshqa nur tasvirlash usullaridan tubdan farq qiladigan usuldir. Masalan, rentgenografiyada tasvir rentgen nurlari o'tayotganda to'qima atomlarining zichligi va yadro og'irligi bilan aniqlanadi. MRTda tasvirni shakllantirishning eng muhim omili yadrolarning radio to'lqinlar ta'siridan keyingi tiklanish tezligi (relaksatsiya tezligi)dir. Masalan, suyakdagi yuqori zichlik MRTda tasvir kontrastiga ta'sir qilmaydi. Miyaning kulrang va oq moddasi, bosh miya tirgagi va korpus kallosumi ushbu to'qimalarda yadrolarning turli xil relaksatsiya vaqtlari natijasida aniq ko'rinadi (26-rasm).



26-rasm. Miyaning aynan bir xil sohasi RKT va MRTidagi ko'rinishi.

MRTda tasvirni yaralishi va qayta qurish prinsipi rentgen KT ga o'xshaydi, lekin ancha murakkab. Shu sababdan, kompyuter MRT tasvirini tegishli dasturlar

yordamida qayta yaratish va keyinchalik ma'lum bir hududning tasvirini yaratish uchun xizmat qilishi mumkin bo'lgan asosiy birlikni aniqlash kerak bo'ladi. Bunday asosiy birlik tomografik kesma yoki tekislik hisoblanadi. Muayyan kesmaning tasviri shifokorga tushunarli bo'ladi, bu uning inson tanasining ichki anatomik tuzilishi haqidagi tasavvuriga mos keladi; ko'plab kesmalarni tahlil qilish davomida, kompyuter har qanday sohaning, har qanday organning yoki tananing hajmli tasvirini yarata olishi mumkin. tizimi. Shuning uchun ham bu usul magnit-rezonans **tomografiyasi** deb ataladi.

Magnit MRT ning eng muhim tarkibiy qismi bo'lib, u kuchli doimiy (statik) maydon hosil qiladi, kuchlanish vektori atrofida yadrolar pretsessiyasi sodir bo'ladi. Magnitlarning barcha turlari magnit maydonni yaratish usuliga ko'ra SI tizimidagi Tesla birliklarida (AQShda ishlagan asli xorvat bo'lgan Nikola Tesla 1856-1943y. nomi bilan atalgan,) yoki SGS tizimi bo'yicha Gauss (Karl F. Gauss, nemis fizigi, 1777-1855y.), birliklarida o'lchanadi – 1T – 10000 Gaussga teng Hozirgi vaqtda klinik amaliyotda magnit maydon kuchi ko'pincha 1,5 T bo'lgan tomograflar qo'llaniladi, garchi 7 T bo'lgan MRilar mavjud bo'lsa ham (faqatgina ilmiy maqsadlarda foydalaniladi). Taqqoslash uchun, Yerning magnit maydoni taxminan 0,00005 T ni taqshkil qiladi.

Magnitning eng keng tarqalgan turi **supero'tkazuvchi** magnit bo'lib, u ham elektromagnit hisoblanadi. U juda past haroratlarda ba'zi materiallarga xos bo'lgan o'ta o'tkazuvchanlik xususiyatidan foydalanadi. Supero'tkazuvchi material deyarli hech qanday elektr qarshiligiga ega emas - shuning uchun bobindagi kuchli elektr oqimini saqlab turish deyarli hech qanday energiya sarfini talab qilmaydi. Biroq, magnitni past haroratli sovutadigan kriogen materiallar bilan ta'minlash kata sarfni talab etadigan jarayon hisoblanadi - buning uchun suyuq azot ($-195,8^{\circ}\text{C}$) yoki suyuq geliy ($-268,9^{\circ}\text{C}$) ishlatiladi. Supero'tkazuvchi magnitlar yuqori quvvatli magnit maydon hosil qiladi - 2,0-3,0 T va undan ko'p. Kuchli magnit maydon signal-shovqin nisbatini oshirish imkonini beradi, bu esa olingan tasvir sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Magnit maydonning kuchiga qarab, **tomograflarning bir nechta turlari** mavjud:

- 0,1 T gacha - ultra past maydonli tomograf;
- 0,1 dan 0,5 T gacha – past maydonli tomograf;
- 0,5 dan 1 T gacha - o‘rta maydonli tomograf;
- 1 dan 2 T gacha – yuqori maydonli tomograf;
- 2 T dan ortiq - o‘ta yuqori maydonli tomograf.

MRT uchun qo‘llash mumkin bo‘lmagan holatlar

Tadqiqot davomida asosiy kontrendikatsiyalar magnitni o‘rab turgan statik magnit maydonning (u periferik magnit maydon deb ham ataladi) metall buyumlarga (ferromagnit materiallar) ta'siri bilan bog‘liq. Metall buyumlar ushbu harakat maydoni doirasiga kirmasligi kerak (ular bemor tanasining tashqarisida ham, ichida ham bo‘lishi mumkin), chunki magnitga yaqinlashganda bunday narsalarning tortishish xavfi keskin ortadi. Masalan, 1,5 T magnit bilan 1 metr masofada joylashgan ferromagnit obyekt magnitga Yerning tortishish kuchidan 10 baravar katta kuch bilan tortiladi va agar siz magnit yaqinidagi kichik obyektни qo‘yib yuborsangiz, u soatiga 70 km tezlikda uchib borishi mumkin.

Asosiy magnitdan tashqari, radiochastota impulslarining bemor tanasi ichidagi turli elektron qurilmalarga ta'siri ham mavjud - masalan, yurak implantlari (kardiostimulyatorlar, defibrilator).

Statik magnit maydonning tirik organizmga salbiy ta'siri to‘g‘risida ilmiy jihatdan tasdiqlangan ma'lumotlar hali olinmagan, shuningdek, magnit maydonning homilaga teratogen ta'siri haqida hech qanday dalil ham yo‘q. Biroq, homiladorlik ko‘pincha MRT uchun nisbiy kontrendikatsiya hisoblanadi, ayniqsa homiladorlikning birinchi trimestrida. Shu bilan birga nisbiy kontrendikatsiyalar qatoriga klaustrofobiya (qurilma tunnelida bo‘ladigan vahima hujumlari

o'rganishga imkon bermasligi mumkin), hamda fiziologik monitoringni talab qiladigan o'ta og'ir ahvoldagi bemorlar kiradi.

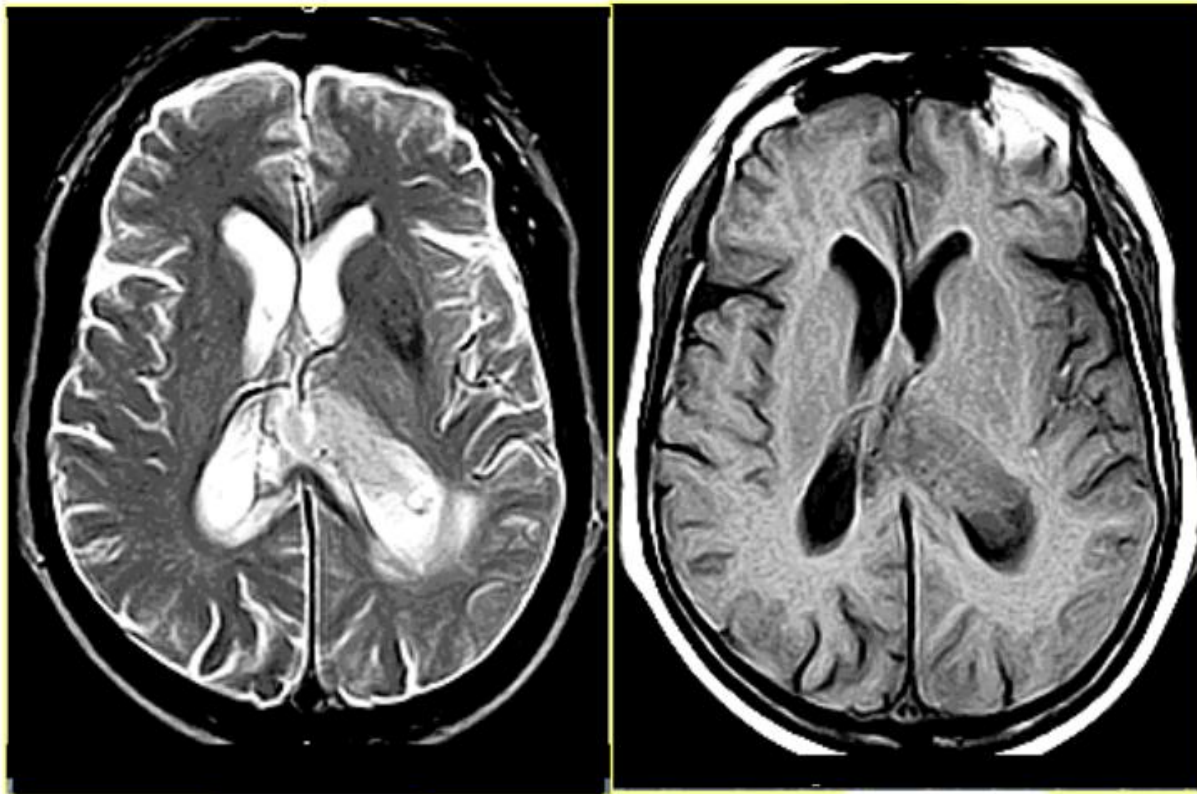
MRT tekshirish usullari

MRTda radiochastota impuls-lari turli kombinatsiyalarda berilishi mumkin - ular **impuls ketma-ketligi** deb ataladi. Ular yumshoq to'qimalar tuzilmalarining turli xil kontrastlardagi bir xil tasvirlarini olish va maxsus tadqiqot usullarini qo'llash imkonini beradi. Ular T1-vaznli (T1-VI), T2-vaznli (T2-VI) va proton-vaznli deb nomlanadi. Ular, shuningdek, standart MRT metodikasi deb ham ataladi.

T1-VI va T2-VIdagi ba'zi anatomik tuzilmalarning rangi quyidagi jadvalda keltirilgan.

To'qima	T1-VI	T2-VI
Suv, orqa miya suyuqligi	To'q	Oq
Havo	To'q	To'q
Suyakning kortikal qatlami	To'q	To'q
Qizil ko'mik	Och kulrang	To'q kulrang
Yog' to'qimasi	Oq	To'q
Miya oq moddasi	Och kulrang	To'q kulrang
Miya kulrang moddasi	To'q kulrang	Och kulrang
Tomirlar	To'q	To'q
Mushaklar	To'q kulrang	To'q kulrang

Turli xil impuls-lar ketma-ketligi bir tasvirning o'zida turlicha xil kontrastni olish uchun tanlanadi. Bu ma'lum patologik o'zgarishlarni yaxshiroq ko'rishga yordam beradi (27-rasm).



27-rasm. T2-VI va T1-VI da bitta sohaning MRT tasviri.

Standart MRT usullaridan tashqari, **maxsus metodikalar** ham qo'llaniladi: kontrastli MRT tekshiruvi, MR angiografiyasi, MR miyelografiyasi, MR xolangiopankreatografiyasi, MR uroografiyasi, funksional MRT, MR diffuziyasi, MR perfuziyasi va boshqalar. MRT tekshiruvi angiografiyani ham kontrast modda yordamida, ham kontrast moddasiz o'tkazish imkonini beradi..

MRT tadqiqotlari uchun kontrast moddalar

Agar rentgenologik tadqiqotlar uchun kontrastli vositalardan foydalanishdan maqsad ularning rentgen nurlarini "ushlab qolish" qobiliyati bo'lsa va shu bilan bunday xususiyatlarga ega bo'lmagan organlar va yumshoq to'qimalarning kontrastini kuchaytirs, MRT tadqiqotlari uchun kontrast moddalardan foydalanish zarurati boshqa hodisalarga asoslanadi.

Hozirgi vaqtda eng ko'p gadoliniiy (Gd) asosidagi kontrast moddalar qo'llaniladi - Gadovist, Magnevist, Omniskan. Preparat tomir ichiga yuboriladi,

uning tanadan ajralib chiqishning asosiy yo'li buyraklardir, shuning uchun bu turdagi tadqiqotlar uchun asosiy qo'llash mumkin bo'lmagan holat buyrak yetishmovchiligi hisoblanadi. Bundan tashqari, kontrastli vositalar yordamida MRT tadqiqotining mutlaq kontrendikatsiyasi ham har qanday oydagi homiladorlik hisoblanadi.

Gadoliniiy preparatlari paramagnit moddalar bo'lib, ular protonlarning T1- va T2-relaksatsiya vaqtini qisqartiradi, yadro spinining tashqi magnit maydon bilan tekislanishini tezlashtiradi, bu esa MR signalini va shunga mos ravishda tasvir kontrastini kuchaytiradi. MRT tadqiqotlaridagi kontrast moddalar oddiy to'qimalar bilan bir xil signal intensivligiga ega bo'lgan kichik o'smalar va o'smalarning vizualizatsiyasini yaxshilaydi. Ko'pincha ular markaziy asab tizimini o'rganish uchun ishlatiladi.

Kontrastli vositalar ko'pincha birlamchi o'sma kasalligini boshqa jarayonlardan (masalan, shish) ajratish, metastazlarni, yallig'lanish jarayonlarini, subakut miya infarkti va boshqalarni tashxislash imkonini beradi.

Magnit-rezonans tomografiya bo'limida yuqorida keltirilgan ma'lumotlarni umumlashtirib, MRTning radiatsiya diagnostikasining boshqa usullariga nisbatan asosiy afzalliklari va kamchiliklarini ajratib ko'rsatish mumkin.

MRT usulining afzalliklari

- turli xil impuls ketma-ketliklaridan foydalanish har qanday tekislikda turli xil yumshoq to'qimalar tuzilmalarining qalinligi 1 mm gacha bo'lgan yuqori kontrastli kesma tasvirini olish imkonini beradi;

- bemorga radiatsiya ta'sirining yo'qligi;

- kontrastsiz angiografiya, miyelografiya, uroografiya va boshqalarni o'tkazish imkoniyati.

Usulning kamchiliklari

- bemorlarning ayrim guruhlarida tadqiqotni cheklanganligi (MRT uchun mutlaq va nisbiy kontrendikatsiyalarga qarang);
- harakat artefaktlariga sezgirlik;
- suyak tuzilmalarini yomon vizualizatsiyasi (suv miqdori pastligi sababli);
- uskunaning yuqori narxi va shunga mos ravishda bitta tadqiqot amaliyotining ham.

Shunga qaramay, MRT usuli hozirgi vaqtda inson tanasining deyarli barcha a'zolari va tizimlarini o'rganish uchun ishlatiladigan Nur diagnostikaning eng informatsion, xavfsiz (ionlashtiruvchisi bo'lmagan) usullaridan biridir.

INTERVENTSION RADIOLOGIYA

Ushbu bo'lim turli tadqiqot usullarining imkoniyatlarini: kateter angiografiyasi, ultratovush diagnostikasi, KT va boshqalarni, terapevtik tadbirlar bilan birgalikda - qon tomir jarrohligi, texnik va farmakologik yordam usullarini birlashtirgan nur diagnostika bo'limi hisoblanadi.

Kardiologiya, angiologiya va qon tomir xirurgiyasida qon tomir (arteriya va venoz) stenozi va okklyuziyasini qayta kanalizatsiya qilish usullari o'z ifodasini topgan: teri orqali balon va lazer angioplastikasi, mexanik va aspiratsion rekanalizatsiya, trombektomiya va boshqariladigan tromboliz usullari, qon oqimini tiklaydigan stentlar va kava filtr o'rnatish, tomirlarini tiklaydigan stentlarni o'rnatish, "unutilgan" begona jismlarni olib tashlash va hk.

Umumiy va shoshilinch jarrohlikda: qon ketishida tomirlar va qon tomir shakllanishlarni embolizatsiya qilish usullari.

Onkologiyada: "o'chirish" uchun organlar embolizatsiyasi.

Gastroenterologiyada: teri orqali transhepatik xolangiografiya, teri orqali gastroenterostomiya, qizilo'ngachni kengaytirish va stentlash, qorin bo'shlig'i absesslari va retroperitoneal sohasini drenajlash.

Nefrologiya va urologiyada: buyraklarni drenajlash, endoskopik va laparoskopik manipulyatsiyalar bilan birgalikda tadqiqotlar – ballonli dilyatatsiyasi va siydik yo'llarini stentlash va boshqalar.

Ginekologiyada: reproduktiv tizimni tekshirish, endoskopik va laparoskopik manipulyatsiyalar bilan birgalikda, fallop naychalarini qayta kanalizatsiya qilish va boshqalar.

RADIONUKLID DIAGNOSTIKA TAMOYILLARI VA ASOSLARI

Klinik amaliyotda diagnostik testlarni ishlab chiqish uchun radioaktiv nuklidlardan foydalanishga bo'lgan birinchi urinishlar 1927 yilda, Blumgart qon oqimi tezligini o'rganish uchun radiyni birinchi marta qo'llagan paytga to'g'ri keladi. Biroq, faqat 1940 yilda Gamilton va Soleyning ishlari nashr etildi, ular birinchi marta organizmda yodning taqsimlanishining qonuniyligini va qalqonsimon bezning turli patologik sharoitlarida uning xususiyatlarini aniqladilar.

Radionuklid diagnostikasi - bu radionuklidlar bilan belgilangan birikmalardan foydalanishga asoslangan nur tadqiqot usulidir. Bunday birikmalar sifatida diagnostika va terapevtik maqsadlarda inson qo'llash uchun ruxsat etilgan **radiofarmatsevtik preparatlar (RFP)** qo'llaniladi - molekulasi ma'lum bir radionuklidni o'z ichiga olgan kimyoviy birikmalar. Radionuklid yoki radioizotop diagnostikasi - bu alohida organlar va tizimlarning patologik holatini aniqlash uchun mo'ljallangan tibbiy radiologiyaning mustaqil ilmiy asoslangan klinik bo'limi.

Radionuklid diagnostikasi - bu radionuklidlar bilan etiketlangan birikmalardan foydalanishga asoslangan radiatsiyaviy tadqiqot. Bunday birikmalar sifatida diagnostika va terapevtik maqsadlarda odamga yuborish uchun

tasdiqlangan radiofarmatsevtik preparatlar (RP) ishlatiladi - molekulasi cheklangan radionuklidni o'z ichiga olgan kimyoviy birikmalar. Radionuklid yoki radioizotop diagnostikasi - bu alohida organlar va tizimlarning patologik holatini aniqlash uchun mo'ljallangan tibbiy radiologiyaning mustaqil ilmiy asoslangan klinik bo'limi.

Ushbu metodlar guruhining radiatsiya diagnostikasining boshqa usullaridan farqi shundaki, vizualizatsiya qilish uchun bemorning tanasi orqali nurlanish o'tkazish (transmission) emas (rentgen usullari) va to'qimalardan aks ettiriladigan ultratovush tebranishlari (ultrasonik metodlari) emas, balki ichkaridan chiqadigan (emissiya) nurlanish qo'llaniladi. Radionuklid tadqiqot usullari - bu ichkariga kiritilgan radiofarmatsevtikadan olinadigan nurlanishdan foydalangan holda organlar va to'qimalarning funksional va qisman anatomik holatini vizualizatsiya qilish usullari hisoblanadi.

Ushbu tadqiqotlar organizmga yuborilgan radiofarmatsevtik preparatlardan nurlanishni ro'yxatga olish va o'lchash prinsipiga yoki biologik namunalarning radiometriyasiga asoslanadi.

Barcha radionuklid tadqiqot usullari radioaktivlik hodisasiga va radiofarmatsevtikaning turli to'qimalarda turli darajada to'planish qobiliyatiga asoslanadi. Radioaktivlik - radioaktiv izotoplar atomlari yadrolarining yemirilish jarayonida α , β va γ nurlanish ko'rinishida ajralib chiqadigan energiyaning ajralib chiqishi bilan parchalanish qobiliyati. Bunda qo'llaniladigan radionuklidlar o'zlarining analoglari - organizmda mavjud bo'lgan yoki unga oziq-ovqat bilan kiradigan barqaror elementlardan faqat fizikaviy xususiyatlari, ya'ni energiyaning parchalash va energiya chiqarish qobiliyati bilan farq qiladi.

Kichik indikator miqdorli radionuklidlar foydalanib, moddalar almashinuvi holatini, organlar va tizimlarning funksiyasini, limfa va qonning harakat tezligini, sekretor-ajratish jarayonlarining borishini o'rganish, organlar, tizimlar, to'qimalar va boshqalarning anatomik va topografik tasvirlarini olish mumkin.

Radioaktiv nuklidni radiofarmasevtik preparatga kiritish turli yo‘llar bilan amalga oshiriladi: sintez (molekuladagi nuklidni almashtirish orqali) va biosintez orqali. Radionuklidlarni olishning bir qancha usullari mavjud. Bir qismi reaktorlarda - ^{131}I va ^{125}I yodda, oltin - ^{198}Au , ksenon - ^{133}Xe , fosfor - ^{32}P ; bir qismi tezlashtirgichlarda - indiy ^{111}In , yod - ^{123}I , fluor - ^{18}F , kislorod - ^{15}O , uglerod - ^{11}C , azot - ^{13}N da hosil bo‘ladi. Biroq, hozirda radionuklidlarni olishning eng keng tarqalgan usuli generator usulidir, ya'ni. radionuklidlarni bevosita radionuklid diagnostikasi laboratoriyalarida generatorlar yordamida ishlab chiqarish. Shunday tartibda texnetsiy - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ va indiy - ^{113}In olinadi.

Shartli ravishda barcha ishlatiladigan radiofarmatsevtik preparatlarni uch guruhga bo‘lish mumkin: organotrop, o‘simtatrop yoki spetsefiktrop va organizmda aniq tanlangan to‘planishsiz. Shu bilan birga, RFPning organotropligi yo‘naltirilgan va bilvosita bo‘lishi mumkin. Yo‘naltirilgan organotroplikda preparat tanlangan holda to‘planishi sodir bo‘ladigan ma‘lum bir organni tadqiq qilish uchun maxsus sintezlanadi. Bilvosita organotroplik deganda RFPning tanadan chiqarilish yo‘lida vaqtincha konsentratsiyasi tushuniladi, masalan, buyraklarda, siydik bilan chiqarilganda siydik pufagida, kal bilan chiqarilganda ichaklarda, so‘lak bilan chiqarilganda so‘lak bezlarida. Ikkilamchi selektivlikda preparat kimyoviy o‘zgarishlarga uchraydi va boshqa organlar va to‘qimalarda to‘planishga qodir bo‘lgan yangi birikmalar paydo bo‘ladi.

Radioaktiv nuklidni tanlash o‘zaro bog‘liq talablar kompleksiga muvofiq amalga oshirilishi kerak: past radiotoksiklik, nisbatan qisqa yarimparchalanish davri, qayd qilish uchun qulay γ -nurlanish va zarur biologik xususiyatlar.

RFPga qo‘yiladigan muhim talab - uni qo‘llash paytida minimal nurlanish ta'siri. Ma'lumki, qo‘llaniladigan radionuklidning faolligi ikki omil: uning atomlarining parchalanishi, ya'ni fizik jarayon va uni tanadan olib chiqib ketishi, biologik jarayon tufayli kamayadi. Nuklid atomlarining yarmining yemirilish vaqti fizik yarim yemirilish davri ($T_{\text{fiz.}}$) deb ataladi. Organizmga kiritilgan dori faolligiorganizmdan chiqib ketishi hisobiga ikki baravar kamaygan vaqt biologik

yarim yemirilish davri (Tbiol.) deb ataladi. Organizmga kiritilgan RFPnig faolligi fizik parchalanish va tanadan chiqib ketish tufayli ikki baravar kamayadigan vaqt samarali yarimparchalanish davri (Teff.) deb ataladi.

Boshqa tadqiqot usullari bilan solishtirganda radionuklid texnikasining **afzalligi** uning universalligi bo'lib, bu turli funksional jarayonlarni, shuningdek, anatomik va topografik o'zgarishlarni, ya'ni turli patologik sharoitlardan kelib chiqadigan butun kompleks buzilishlarni o'rganish imkoniyati bilan bog'liq.

Barcha radionuklid diagnostika tadqiqotlari ikkita katta guruhga bo'linadi: RPF bemorning tanasiga yuboriladigan tadqiqotlar (in vivo tadqiqotlar) va bemorning qon, to'qimalari bo'laklari va sekretsiyalarini o'rganish (in vitro tadqiqotlar). Bemorga RFPni yubormay turib olib boriladigan radioimmunologik tadqiqotlardan foydalanish ayniqsa samarali bo'lib, bu o'z navbatida nurlanish ta'sirini istisno qiladi. Faqat qon plazmasi bilan olib boriladigan tadqiqotlar mavjud bo'lib, ular in vitro radioimmunologik analizi (RIA) deb ataladi. Ushbu metodikadan farqli o'laroq, in vivo jonli radionuklid diagnostikasining boshqa usullari bemorga RFPni, ko'pincha tomir ichiga yuborish bilan birga amalga oshiriladi. Bunday tadqiqotlar bemorga ma'lum bir radiatsiya yuki bilan bog'liq bo'lib, uning darajasi bitta rentgen nurini o'tkazishda bo'ladigan nurlanish dozasi oshmaydi. Bunga ^{99m}Tc va ^{113}In kabi qisqa yarimparchalanish davriga ega bo'lgan maxsus radioaktiv nuklidlardan foydalanish natijasida erishildi. Shunday qilib, radionuklid diagnostikasi usullarini amalga oshirishda radiatsiya ta'siri ularni klinik tibbiyotda, shu jumladan pediatriyada muvaffaqiyatli qo'llash uchun cheklov bo'lmaydi.

Klinik amaliyotda radionuklidlarni o'rganishning quyidagi turlari qo'llaniladi: organlarning vizualizatsiyasi, ya'ni ularning radionuklid tasvirlarini olish; RFPlarning organizmda to'planishi va uning chiqarilishini o'lchash; inson tanasining suyuqliklari va to'qimalarining biologik namunalarning radioaktivligini o'lchash.

Radionuklid diagnostikasining barcha usullarini ahamiyati nuqtayi nazaridan quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

1. Organlarni vizualizatsiya qilish sintigrafiya va skanerlash orqali amalga oshiriladi. Sintigrafiyaning asosi RFPlarni o'rganilayotgan organ tomonidan tanlangan holda to'planishi va chiqarilishidir. Bu organning topografiyasini o'rganish, undagi morfologik, funksional va metabolik kasalliklarni aniqlash imkonini beradi.

2. Statik radionuklid tasvirlarini olish uchun olib borilgan skanerlash, xuddi sintigrafiya kabi organning o'lchamini, uning topografiyasini va patologik o'choqlarning mavjudligini tavsiflagan holda organda RFPlarning tarqalishini ko'rsatadi. Biroq, sintigrafiyadan farqli o'laroq, bu usul funksional buzilishlarni tahlil qilishga imkon bermaydi. Ushbu usulning kamchiligi skanogrammani olishning uzoq davom etishi (bir necha o'nlab daqiqalar), shuningdek, kompyuterda olingan ma'lumotlarni qayta ishlashning mumkin emasligi, bu ham tadqiqotning axborot mazmunini kamaytiradi.

3. Organizmda RFPning to'planishi va uning chiqarilishini o'lchash, asosan, organning funksional holati haqida ma'lumot olish uchun mo'ljallangan, radiometriya va rentgenografiya yordamida amalga oshiriladi. Radiometriyaning vazifasi radiometr yordamida ma'lum bir RFPning organ yoki patologik markazda to'planish miqdorini aniqlashdan iborat. Tadqiqot natijalari bemorning tanasiga yuborilgan RFP miqdoriga nisbatan yoki bemor tanasining yoki uning atrofidagi to'qimalarning simmetrik sohasiga nisbatan nisbiy hajmlarda, ko'pincha foizlarda ifodalanadi. Ushbu turdagi radionuklidlarni o'rganishning tipik namunasiga qalqonsimon bezning funksiyasini unda to'plangan radioaktiv yodni radiometriya orqali o'rganish misol bo'la oladi. Bir va ko'p kanalli radiograflarda o'tkaziladigan radiografiya organdagi RFPning kontsentratsiyasi (to'planishi va/yoki chiqarilishi) dinamikasini yoki RFPning suyuqlik oqimi (qon, siydik va boshqalar) bo'lgan organ orqali o'tishini o'rganish imkonini beradi). Natijalar egri chiziqli (yoki egri chiziqli qatori) ko'rinishida ifodalanadi. Radiografiya yordamida olingan

ma'lumotlar dinamik sintigrafiya bilan olingan ma'lumotlar bilan o'xshash, ammo uning aniqligi gamma-kamerada o'rganishga qaraganda ancha past bo'ladi. Radiografiyaning afzalligi - bu usulning arzonligi va tadqiqotning soddaligidir. Ushbu usul eng ko'p tarqalgan buyrak va jigarni tadqiqida qo'llaniladi.

4. Muayyan moddada RFPlarning kontsentratsiyasini uning nurlanishiga ko'ra o'lchash. Bu bemorga RFPni yuborishdan keyin olingan har qanday fiziologik suyuqlikning tahlili (in vivo) yoki sof laboratoriya tekshiruvi (in vitro), RFP va bemor o'rtasida kontaktsiz (radioimmun analizlar va boshqalar) bo'lishi mumkin. Biologik namunalarning (qon, siydik, miya omurilik suyuqligi, kal va boshqalar) radioaktivligini o'lchash ovqat hazm qilish tizimlarining funksional holatini, gematopoez, siydik chiqarish va boshqalarni aniqlash uchun amalga oshiriladi.

So'nggi o'n yillikda yangi tadqiqot usullari, ya'ni emissiya kompyuter tomografiyasi (EKT) keng tarqaldi. Bu detektorning (gamma-kamera) aylanishi hisobiga tasvirni kompyuterda qayta tiklash orqali tomografik kesmani olishdir. EKTning bir va ikkita fotonli (pozitronli) turi mavjud.

Bir fotonli emissiya kompyuter tomografiyasida (BFEKT) γ -nurlanishni qayd qiluvchi radionuklidli tomografning detektori oldindan diagnostik preparat kiritilgan inson tanasi atrofida berilgan dasturga muvofiq aylanadi. Tadqiqot ma'lumotlarini qayta ishlashda o'rganilayotgan organing tasvirlari keyinchalik tahlil qilinadigan kesmalar shaklida olinadi. Usul barcha organlarni o'rganishda qo'llaniladi.

Pozitron-emissiya tomografiyasi (PET) - ultra qisqa muddatli radioizotoplardan foydalanishga asoslangan eng so'nggi metoddir. Pozitron EKT proton va elektronning annigilyatsiyasi natijasida γ -nurlanishni aniqlaydi. Zarrachalarni annigilyatsiya qilish jarayonida qarama-qarshi yo'nalishda "uchadigan" energiyalari 511 keV bo'lgan ikkita γ -foton hosil bo'ladi. Ushbu fotonlarning energiyasi an'anaviy aylanadigan gamma kameralardan foydalanish

uchun juda yuqori. Bunda bir-biriga qarama-qarshi joylashgan ikkita maxsus aylanadigan detektor ishlatiladi.

Ushbu tadqiqot uchun pozitron chiqaradigan izotopni o'z ichiga olgan (^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F) RFP kerak. Bu o'ziga xos noqulaylik tug'diradi, chunki bu izotoplarning yarimparchalanish davri juda qisqadir (uglerod-11, ^{11}C , $T=20,4$ min.; azot-13, ^{13}N , $T=10,0$ min.; kislorod-15, ^{15}O , $T=2,1$ min.; fluor-18, ^{18}F , $T=109$ min.; rubidiy-82, ^{82}Rb , $T=1,25$ мин.). Ularni ishlab chiqarish juda qimmat siklotronlarni talab qiladi va siklotron radioizotop laboratoriyasiga yaqin joyda joylashgan bo'lishi kerak.

PET RFPlarning turli to'qimalar va qon aylanish tizimining hujayralarida tarqalishi va metabolizmini vizualizatsiya qilish, inson organizmidagi ko'plab fiziologik va biokimyoviy jarayonlarni invaziv bo'lmagan holda aniqlash imkonini beradi. Klinik amaliyotda PET ko'pincha onkologiya, kardiologiya va nevrologiyada qo'llaniladi. Onkologiyada PET xavfli o'smalar va ularning metastazlarini tashxislash va farqlashda tengsiz hisoblanadi. "Butun tana" rejimida o'rganish birlamchi neoplazmani aniqlash, uning xavfliligi va tarqalishi darajasini aniqlash imkonini beradi. PET ma'lumotlariga asoslanib, bemorni davolash taktikasi bo'yicha qaror qabul qilinadi va terapiya samaradorligi monitoring qilinadi.

RENTGENOLOGIK TADQIQOTLAR XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH

Klinik amaliyotda radionuklid diagnostikasi va rentgenologik tadqiqotlar usullaridan foydalanish muqarrar ravishda bemorga nurlanish ta'siri bilan bog'liq. Shu munosabat bilan rentgenologi- radiologik tadqiqot usullari faqat qattiq tibbiy ko'rsatmalarga ko'ra, bolalar va homilador ayollarni tekshirishda ayniqsa ehtiyotkorlik bilan belgilanadi. Nur usullarining diagnostik ahamiyatini va ularning xavfini baholashga differensial yondashuvni amalga oshirish uchun barcha tekshiriluvchilarni uchta toifaga bo'lish lozim bo'ladi: AD, BD, VD.

AD Toifa - sogʻligʻi sababli yoki onkologik kasallik va unga shubha bilan bogʻliq holda tadqiqot buyurilgan bemorlar.

BD Toifa - tashxis qoʻyish yoki aniqlashtirish maqsadida va davolash taktikasini tanlash (onkologik xarakterda boʻlmagan kasalliklar) uchun klinik koʻrsatmalar boʻyicha rentgen tekshiruvdan oʻtadigan bemorlar.

VD toifasi - profilaktika maqsadida nur tekshiruvdan oʻtkaziladigan shaxslar. VD toifasiga xavf guruhlari ham kiradi: ionlashtiruvchi nurlanish ta'siri bilan bogʻliq, xavfli sharoitlarda ishlaydiganlar, oʻsmaoldi kasalliklari xavfi ostidagilar.

Organlar va toʻqimalarning toʻgʻridan-toʻgʻri nurlanish shikastlanishining, xavfli oʻsmalarning paydo boʻlishining, embrion va homilaning shikastlanishining, nurlanishning genetik oqibatlarining oldini olish uchun maksimal ruxsat etilgan dozalar (MRD) oʻrnatilgan. MRD inson tomonidan qabul qilingan samarali ekvivalent dozaning qiymati bilan belgilanadi. Samarali doza birligi - zivert (Zv), bir zivert 114 millirentgenga teng.

AD toifasi uchun doza qiymati toʻgʻridan-toʻgʻri nurlanish shikastlanishiga olib kelmasligi kerak (yiliga 150 mZv).

BD toifasi uchun doza qiymati uzoq muddatli va genetik oqibatlar ehtimolini oshiradigan nurlanish dozasidan oshmasligi kerak (yiliga 15 mZv).

VD toifasi uchun doza qiymati nafaqat individual bemor uchun, balki butun populyatsiyada genetik asoratlar sonining amalda koʻpayishiga olib kelmaslik uchun, shuningdek, nurlanish ta'siridagi odamlarning butun guruhi uchun xavfni hisobga olgan holda belgilanadi. (yiliga 1,5 mZv).

Oʻzbekiston Respublikasining "Radiatsiyaviy xavfsizligi toʻgʻrisida" gi Qonunida (2000 yil 31-avgustdagi 120-II-son OʻRQ) mamlakatda radiatsiyaviy xavfsizlikni, fuqarolar hayoti, sogʻligʻi va mol-mulki, shuningdek atrof muhitni

ionlashtiruvchi nurlanishning zararli ta'siridan muhofaza qilishni ta'minlash bilan bog'liq munosabatlarni tartibga solingan.

Rentgen-radiologiya bo'limlarining barcha xodimlari va radiatsiya tekshiruvidan o'tayotgan bemorlar ionlashtiruvchi nurlanish ta'siridan himoyalangan bo'lishi kerak.

Bemorlar va xodimlarning radiatsiyaviy xavfsizligi quyidagi himoya tamoyillari bilan ta'minlanadi:

- ekranlovchi himoya quyidagilarni o'z ichiga oladi: qo'rg'oshinli kauchukdan tayyorlangan himoya vositalaridan foydalanish (fartuklar, yubkalar, pardalar va boshqalar); rentgen nurlari taramining diafragmalanishi;

- vaqtni himoya qilish (doza ta'sir qilish vaqtiga to'g'ridan-to'g'ri proportsionaldir): eng xavfsiz tadqiqot usulini tanlash, tadqiqot vaqtini qisqartirish (shifokorning malakasi); oldingi tadqiqotlar natijalarini hisobga olish;

- masofa bo'yicha himoya qilish (doza masofa kvadratiga teskari proportsionaldir) bemorlar uchun ma'lum bir teri-fokus masofasini ta'minlaydigan masofadan boshqarish pulti orqali asboblardan foydalanish.

Rentgen-radiologiya bo'linmalari xodimlari, shuningdek, qisqartirilgan ish soatlari, uzoqroq ta'tillar, erta pensiyaga chiqish va qo'shimcha ovqatlanishni o'z ichiga olgan umumdavlat choralari bilan ta'minlangan bo'ladi. Rentgen-radiologiya bo'limlarida radiatsiya nazorati tashkil etilgan bo'ladi.

Rentgen-radiologiya xonalarini, asboblari va tadqiqotlarini tartibga solish va ishlatish uchun gigiyenik talablar sanitariya qoidalari va normalari bilan tartibga solinadi.

MAVZUNI O‘ZLASHTIRISHDA MUSTAQIL NAZORAT QILISH SAVOLLARI

1. Vilgelm Konrad Rentgen tabiatda rentgen nurlarining mavjudligini nechanchi yilda aniqlagan?

1. 1855 yil
2. 1875 yil
3. 1880 yil
4. 1895 yil
5. 1898 yil
6. 1900 yil
7. 1912 yil

2. Telerentgenografiya paytida tasvirni kattalashtirishning imkoniyati pastligining sababi nimada?

1. Rentgen nurlarining nisbiy parallelligi
2. Rentgen nurlarining tarqaluvchi tarami
3. Rentgen plyonkasi o‘lchamlari
4. Rentgen nurlarining yuqori o‘tish qobiliyati
5. Salbiy ta'sir qilish ko‘rsatkichining yuqoriligi

3. Berilgan rentgen usullaridan qaysi biri asosiy tadqiqot usullari guruhiga kiritilmaydi?

1. Rentgenoskopiya
2. Chiziqli tomografiya
3. Fistulografiya
4. Rentgenografiya
5. Bronxografiya
6. Flyorografiya
7. Pnevmooperitoneum

4. Rentgen tasvirini bevosita kattalashtirishga qanday erishiladi?

1. O'rganilayotgan obyekt va rentgen plyonkasi orasidagi masofani oshirish
2. Rentgen trubkasi va rentgen plyonkasi orasidagi masofani oshirish
3. Rentgen naychasi va o'rganilayotgan obyekt orasidagi masofani oshirish
4. O'rganilayotgan obyekt va rentgen plyonkasi orasidagi masofani qisqartirish
5. Rentgen nurlarining tarqaluvchan tarami orqali

5. Rentgen tasvirining bevosita kattalashishiga nima sabab bo'ladi?

1. Rentgen nurlarining tarqaluvchan tarami sabab
2. Kasset va rentgen plyonkasining o'lchamlari orqali
3. Rentgen nayining fokusi o'lchamlari orqali
4. Rentgen nurlarining qattiqligi sabab
5. Rentgen nurlarining kirib borish xususiyati sabab
6. Salbiy ta'sir qilish ko'rsatkichi sabab
7. Tasvirning tekis xususiyati sabab

6. Teleradiografiya yordamida istalgan effektga qanday erishiladi?

1. Rentgen trubkasi va rentgen plyonkasi orasidagi masofani oshirish (o'rganish obekti bilan birga)
2. Rentgen nurlarining qattiqligining o'zgartirish orqali
3. O'rganilayotgan obyekt va rentgen plyonkasi orasidagi masofani oshirish
4. Rentgen trubkasi fokusining chiziqli o'lchamlari orqali
5. Salbiy ta'sir qilish ko'rsatkichi o'zgarishi orqali

7. To'g'ridan-to'g'ri kontrast uchun ishlatiladigan rentgen usullarini sanab o'ting:

1. Fistulografiya
2. Artroografiya
3. Bronxografiya
4. Vena ichiga xoleografiya

5. Og‘iz orqali xoletsistografiya
6. Flebografiya
7. Irrigioskopiya

8. Angiografiya uchun ishlatiladigan kontrast moddalarni sanab o‘ting:

1. KardioTrast
2. Verografin
3. Gipak
4. Bariy sulfatning suvli suspenziyasi
5. Bilimin
6. Xolevid
7. Havo

9. Rentgen diagnostikasida bilvosita kontrast usullaridan foydalanishga nima asos bo‘ladi?

1. Ayrim organlarning fiziologik sekretlar bilan bir qatorda kontrast moddalarni ajratish qobiliyati asosida.
2. Organni o‘rab turgan to‘qimalarga kontrast moddalarni kiritish orqali
3. O‘rganilayotgan organning bo‘shlig‘iga kontrast moddani kiritish orqali
4. Organ to‘qimasini tashkil etuvchi katta atom raqamiga ega kimyoviy elementlarning rentgen nurlarini ushlab qolish xususiyati orqal

10. Lokalizatsiya va fazoviy o‘rganishni aniqlashda qo‘llaniladigan rentgenologik usullarni sanab o‘ting:

1. Chiziqli va kompyuter tomografiyasi
2. To‘g‘ridan-to‘g‘ri rentgen nurlarini kattalashtirish
3. Bronxografiya
4. Femoral arteriografiya
5. Parietografiya
6. Fistulografiya
7. Ikki o‘zaro perpendikulyar proyeksiyalarda rentgenografiya

11. Gazsimon kontrast moddalardan foydalanadigan ba'zi rentgenologik usullarni sanab o'ling:

1. Pnevmooperitoneum
2. Retropnevmooperitoneum
3. Pnevmoventrikulografiya
4. Ikki barobar oshqozon kontrasti
5. Limfografiya
6. Flebografiya
7. Pnevmoartroografiya

12. Ichki organlarni o'rganishda chiziqli tomografiya qanday asosiy xususiyatlarni baholashi mumkin?

1. Kesmaning belgilangan chuqurligi doirasida organning rentgen anatomik tasvirini baholash imkonini beradi.
2. Berilgan bo'lim doirasida tananing funktsional xususiyatlarini baholash imkonini beradi
3. Belgilangan kesma doirasida tananing haqiqiy hajmini taxmin qilish imkonini beradi

13. Teleradiografiya metodi bilan qanday asosiy xususiyatni baholash mumkin?

1. Obyektning haqiqiy o'lchamlari haqida tasavvurga ega bo'lish mumkin
2. Kattalashtirilgan tasvirdan organning tuzilishi haqida aniqroq tasavvurga ega bo'lish mumkin
3. Organ pulsatsiyasi haqida tasavvurga ega bo'lish mumkin
4. Kontrast moddaning harakati haqida tasavvurga ega bo'lish mumkin

14. Rentgen nurlarining zararli ta'siridan himoya qilish tamoyillaridan biri sifatida asosiy amaliy himoya choralarini sanab o'ting:

1. Qo'rg'oshin rezina qo'lqop va fartuklardan foydalanish
2. Dozimetrik himoya nazoratidan foydalanish
3. Qo'rg'oshinlangan rezina pardalardan foydalanish
4. Turli radiologik usullardan foydalanganda ta'sir qilish faktorini qisqartirish
5. Mehnatni oqilona tashkil etish va nurlanish ta'sirini tartibga solish
6. Ish kunini qisqartirish, dam olish kunlarini uzaytirish, yosh bo'yicha pensiyaga o'tishda beriladigan imtiyozlar
7. Barit gipsidan (shtukaturkasidan) foydalanish

15. O'rganishda ultratovush tekshiruvi to'g'ri diagnostik samara bermaydigan organlarni ko'rsating:

1. O'pka, suyaklar, tishlar
2. Jigar
3. Taloq
4. Qalqonsimon bez
5. O't pufagi
6. Bachadon

16. Bemorning qorin bo'shlig'i organlarini ultratovush tekshiruvi uchun zarur bo'lgan dastlabki tayyorlash tartibini ko'rsating:

1. Och qoringa tekshirish (to'liq qovuq bilan)
2. 0,5 litr suyuq ovqat qabul qilingandan keyin tekshirish
3. 1,0 l suyuq ovqat qabul qilingandan keyin tekshirish
4. Oshqozonni yuvgandan keyin tekshirish
5. Tozalovchi sifon klizmasidan keyin tekshirish
6. Jismoniy zo'riqishdan keyin tekshirish
7. Ovqat qabul qilgandan keyin tekshirish

17. Ultratovush tekshiruvi paytida bemorning nurlanish ta'sirini qanday o'lchash mumkin?

1. Nurlanish ta'sirining yo'qligi
2. Bar o'lchovida
3. Rad o'lchovida
4. Rentgen o'lchovida
5. Bekkerellarda

18. Rentgen kompyuter tomografiyasi qaysi organlarni o'rganishda eng yuqori diagnostik samara beradi?

1. Bosh miya
2. Yurak
3. Oshqozon
4. Ichak
5. O'pka

19. Kimni rentgen-kompyuter tomografiyasida tekshirish tavsiya etilmaydi?

1. Bolalar va homilador ayollarni
2. Bosh miya shikastlanishi bilan og'rigan bemorlar
3. 50 yoshdan oshgan bemorlar
4. 80 yoshdan oshgan bemorlar
5. Gipertenziv inqirozli bemorlar

20. Quyidagi tadqiqot usullaridan qaysi biri rentgenometriya guruhiga kirmaydi?

1. Telerentgenografiya
2. Flyuorografiya
3. Rentgenografiya, bronxografiya
4. Chiziqli tomografiya
5. Fistulografiya, arteriografiya

6. Flebografiya, pnevmoperitoneum
7. To'g'ridan-to'g'ri rentgen nurlarini kattalashtirish

21. Yordamchi (maxsus) rentgen metodikasini ko'rsating:

1. Chiziqli tomografiya
2. Telerentgenografiya
3. To'g'ridan-to'g'ri rentgen nurlarini kattalashtirish
4. Karotid angiografiyasi
5. Flyuorografiya
6. Rentgenoskopiya
7. Rentgenografiya

22. Kompyuter tomografiyasi nimaga asoslanadi?

1. Rentgen nurlarini qayd etishga
2. Ultrasonik nurlanishni qayd etishga
3. Infraqizil nurlanishni qayd etishga
4. Gamma nurlanishni qayd etishga
5. Beta-nurlanishni qayd etishga
6. Neytron energiyasini qayd etishga
7. Magnit maydonni qayd etishga

23. Agar bemor va kasseta orasidagi masofa oshirilsa, rentgenografiya paytida organning tasviri qanday o'zgaradi?

1. Kattalashadi
2. O'zgarmaydi
3. Haqiqiy o'lchamga yaqinlashadi
4. Kichrayadi
5. Yo'qoladi

24. Agar rentgen trubkasi bilan bemor orasidagi masofa oshirilsa, rentgenografiya paytida organning tasviri qanday o'zgaradi?

1. Haqiqiy o'lchamga yaqinlashadi
2. Kattalashadi
3. Kichrayadi
4. Yo'qoladi
5. O'zgarmaydi

25. Retroperitoneum metodikasi nimadan iborat?

1. Retroperitoneum bo'shliqqa dumg'aza oralig'i orqali teshib havo(gaz) jo'natilishi
2. Qorin old devorining teshilishi orqali qorin bo'shlig'iga havo (gaz) yuborilishi.
3. Ko'krak qafasining old-yon devorini teshib plevra bo'shlig'iga havo (gaz) yuborilishi.
4. Ko'krak qafasining old devorini teshish orqali mediastinga havo (gaz) yuborilishi.

26. Pnevmooperitoneum usuli qanday amalga oshiriladi?

1. Qorin old devorini teshish orqali qorin bo'shlig'iga havo (gaz) yuborish.
2. Ko'krak qafasining old-yon devorini teshib plevra bo'shlig'iga havo (gaz) yuborilishi.
3. Retroperitoneum bo'shliqqa dumg'aza oralig'i orqali teshib havo(gaz) jo'natilishi
4. Ko'krak qafasining old devorini teshish orqali mediastinga havo (gaz) yuborilishi.

27. Qon tomirlarini o‘rganish uchun ion bo‘lmagan suvda eriydigan kontrast moddalarni ko‘rsating:

1. Ultravist
2. Omnipak
3. Urotrast
4. Gipak
5. Verografin
6. Cardiotrast

28. Rentgen nurlarining o‘tish kuchiga ta'sir qiluvchi omillarni sanab o‘ting:

1. To‘qimalar (organ)ning zichligi
2. Organ massasi
3. Katta atom raqamiga ega bo‘lgan elementlarning organ to‘qimalarida mavjudligi
4. Kichik atom raqami bo‘lgan elementlarning organ to‘qimalarida mavjudligi
5. Rentgen nurlarining energiyasi (“qattiqligi”).

29. Zonografiyadan foydalanganda rentgen trubkasining harakat burchagini belgilang:

1. 8-10 daraja
2. 15-20 daraja
3. 21-30 daraja
4. 30-40 daraja
5. 30-50 daraja
6. 60-70 daraja

30. Chiziqli tomografiyadan foydalanganda rentgen trubkasi harakatining burchagini belgilang:

1. 8-10 daraja
2. 11-20 daraja
3. 21-25 daraja
4. 30-60 daraja
5. 70-80 daraja

31. Chiziqli tomografiyada tekshirilayotgan kesmaning qalinligi qanday nazoratga olinadi?

1. Rentgen nayining tebranish burchagining kattaligi orqali
2. Tomografik qadam yordamida
3. Tanlangan tadqiqot proyeksiyasi yordamida
4. Bemorning troxoskopdagi holatiga ko'ra
5. O'rganish jarayonida nafas olish fazalari orqali

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Васильев, А.Ю. Лучевая диагностика: Учебник для медицинских вузов / А.Ю.Васильев, Е.Б.Ольхова – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2008. – 688 с.
2. Линденбратен, Л.Д. Медицинская радиология и рентгенология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии) / Л.Д. Линденбратен, И.П. Кололюк. – М.: Медицина, 1993. – 556 с.
3. Лучевая диагностика: учебник: Т.1 / Под ред. проф. Г.Е.Труфанова. – М.:ГЭОТАР – Медиа, 2009. – 416 с.
4. Маркварде, М.М. Технологии лучевой диагностики: учебно-метод. пособие / М.М.Маркварде, Т.Ф.Тихомирова, В.В.Рожковская и др. – Мн.: МГМИ, 2001. – 71 с.
5. Межевич, З.В. Медицинская и биологическая физика: курс лекций / З.В. Межевич. – Минск: БГМУ, 2008. – 251 с.
6. Митьков, В.В. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике / В.В. Митьков. – М.:ВИДАР, 1997. – Т.1. – 366 с.
7. Михайлов, А.Н. Средства и методы современной рентгенографии: практ. рук. / А.Н.Михайлов. – Минск, Бел. наука, 2000. – 242 с.
8. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебное пособие для вузов / А.Н.Ремизов, А.Г.Максина, А.Я.Потапенко. – 10-е изд., стеретип. – М.: Дрофа, 2011. – 558 с.
9. Сергеева, И.И. Современные технологии лучевой диагностики (общие вопросы): учеб-метод. пособие / И.И.Сергеева [и др.]. – Минск: БГМУ, 2011. – 35 с.
10. Терновой, С.К. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебное пособие / С.К.Терновой, В.Е.Синицын. – М.:ГЭОТАР – Медиа, 2010. – 304 с.
11. Pettersson, Н. Общее руководство по радиологии / Н. Pettersson. – М.: Спас, 1996. – 668 с.

MUNDARIJA

Motivatsion xarakteristika.....	6
Nazorat savollari.....	9
Nur diagnostika usullari va tamoyillari.....	10
Nur diagnostikaning fizik-texnik asoslari.....	10
Vilgelm Konrad Rentgen va uning X nurlari.....	11
Rentgen nurlanishining asosiy xossalari. Rentgen apparati	13
Nur tadqiqot usullari. Asosiy rentgenologik tadqiqot usullari	
<i>Rentgenoskopiya.....</i>	<i>17</i>
<i>Rentgenografiya.....</i>	<i>18</i>
<i>Fluorografiya.....</i>	<i>21</i>
Rentgen tasvirining o‘ziga xosliklari.....	22
Raqamli rentgen tasvirlash texnologiyalari.....	24
Maxsus rentgenologik tadqiqot usullari.....	26
Sun'iy kontrast metodlari.....	27
Rentgen-kontrast moddalari.....	28
Tasvir o‘lchamini nazorat qiluvchi metodlar.....	31
Fazoviy tadqiqot usullari.....	32
Rentgen kompyuter tomografiyasi.....	34
Harakatni ro‘yxatga olish usullari.....	39
Ultratovush diagnostikasi.....	40
Magnit-rezonans tomografiyasi.....	56
Intervension radiologiya (IR).....	68
Radionuklid diagnostikasi tamoyillari va asoslari.....	69
Rentgenologik tadqiqotlar xavfsizligini ta'minlash.....	75
Mavzuni o‘zlashtirishda mustaqil nazorat qilish savollari.....	78
Adabiyotlar ro‘yxati.....	88
Mundarija.....	89

O'QUV QO'LLANMA

S.S.IBRAGIMOV

**“NUR DIAGNOSTIKA ASOSLARI
VA TAMOYILLARI”**

Muharrir: Maxmudov A.

Korrektor va dizayn: Maxmudov T.

Tasdiqnoma № X-25171, 300325805, 15.06.2023.

Bosishga 2023 yil “1-may” ruxsat berildi.

Format 60x84/16. Garnitura Times New Roman.

Muqova uchun rasm manbasi:

<https://www.istockphoto.com/ru>

Shartli bosma tabog'i 7.67., 92 sahifa, Adadi 6 dona, Buyurtma №21

“KAFOLAT TAFAKKUR” nashriyotida tayyorlandi va chop etildi.

Manzil: Andijon viloyati, Andijon tumani, Oq Yor QFY, Sh.Umarov 78 uy.

Telefon: +99897 580-64-54

e-mail: kafolattafakkur@gmail.com





**ANDIJON DAVLAT
TIBBIYOT INSTITUTI**

GUVOHNOMA



ANDIJON – 2023

O'QUV ADABIYOTINING NASHR RUXSATNOMASI

O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi
Andijon davlat tibbiyot instituti rektorining 2023 yil "1" maydagi
"280-Sh"—sonli buyrug'iga asosan

S.S.Ibragimov

(muallifning familiyasi, ismi-sharifi)

Davolash ishi - 5510100

(ta'lim yo'nalishi (mutaxassisligi))

_____ning
talabalari (o'quvchilari) uchun tavsiya etilgan.

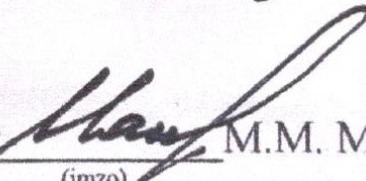
Nur diagnostika asoslari va tamoyillari
nomli o'quv qo'llanmasi

(o'quv adabiyotining nomi va turi: darslik, o'quv qo'llanma)

_____ga

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan
litsenziya berilgan nashriyotlarda nashr etishga ruxsat berildi.



Rektor  M.M. Madazimov
(imzo)

Ro'yxatga olish
raqami:

100150

