

## **UTILIZAREA SISTEMELOR DE RADIOGRAFIE DIGITALĂ ÎN RESPIROLOGIE**

**Nadejda Pisarenco**, dr. în medicină, conf. univ., IMSP Spitalul Clinic Municipal de Ftiziopneumologie

În prezent imaginile radiologice se obțin folosind un spectru vast de metode diferite, incluzând tehnologiile analoge directe, analoge indirecte și digitale.

Principiul de bază al tehnologiei analoge directe, la care se referă radiografia și radiosopia, constă în aceea că conținutul informațional al obiectului se formează pe filmul radiologic sau pe ecran-

nul fluorescent din puncte, densitatea cărora reflectă gradul de absorbție a razelor roentgen de către obiect.

La tehnologiile analoge indirecte se referă imaginile, care inițial se reproduc, de asemenea, pe ecranul fluorescent, iar apoi această imagine se conduce prin amplificator, în care luminozitatea se amplifică de mii de ori, și numai după aceasta se fixează de o cameră televizată receptoare cu vizualizarea ulterioară pe ecranul monitorului sau se înregistrează cu un magnetofon video.

În prezent în diagnosticul radiant medical amplu se folosesc următoarele tehnologii digitale: tomografia computerizată, tomografia cu rezonanță magnetică, radiografia digitală etc.

Noțiunea de „radiografie digitală” se aplică pentru metodele, în care imaginea radiologică se transformă în semnal digital. Principiul formării imaginii digitale este similar pentru toate aparatele. Dacă pentru fiecare unitate de suprafață a imaginii analoge se va calcula densitatea medie a opacității și se va da o valoare numerică respectivă acestei opacități, se va obține imaginea în formă de matrice digitală.

Capacitatea mare a dispozitivului de recepție permite a vizualiza imaginea pe ecranul monitorului și a studia obiectul examinat într-un diapazon dinamic vast, adică de a vizualiza simultan imaginile obiectelor moi și dense cu o rezoluție înaltă după contrastivitate.

Pentru o rezoluție tridimensională înaltă, dimensiunea pixelului imaginii digitale trebuie să fie mai mică sau egală cu cea mai mică din detaliile cu semnificație diagnostică. Dacă în radiografia obișnuită rezoluția tridimensională este determinată, în general, de granulația materialelor fotografice și a ecranului, în radiografia digitală este determinată de dimensiunile pixelului matricei digitale.

Conform datelor disponibile din literatura de specialitate contemporană, toate sistemele de radiografie digitală după principiul detectării razelor roentgen se grupează în patru tipuri principale:

1. Sisteme cu digitalizarea imaginii electronice radiografice, obținute folosind diferite tipuri de amplificatori (ARR).

2. Radiografia digitală cu utilizarea sistemelor pe luminofori cu memorie.

3. Radiografia digitală cu folosirea diferitor detectori cu semiconductori.

4. Radiografia digitală în baza camerelor cu gaze.

Unii savanți consideră scanerele digitale pentru prelucrarea aposterioară a radiogramelor obișnuite ca fiind sisteme de radiografie digitală.

Una din cele mai răspândite sisteme este radiosopia și radiografia digitală, obținute prin metoda digitalizării imaginii electronice radiografice, care se utilizează amplu în cardiologie.

În acest sistem semnalele analoge se digitalizează și se înregistrează în formă de matrice digitală a imaginii. Valorile lor se introduc în memoria computerului, fiind ulterior prelucrate. Pentru a obține o imagine, valoarea numerică a fiecărui pixel se transformă într-un punct de anumită luminozitate pe ecranul tubului cu raze catodice sau într-o anumită densitate a opacității pe copia solidă a imaginii.

Posibilitățile acestor sisteme sunt însă limitate de rezoluția tridimensională joasă a sistemelor televizate, utilizate în ARR, precum și de dimensiunile reduse ale câmpului de lucru al transformatorului optoelectronic. Ultima circumstanță se compensează prin metoda „îmbinării” imaginii, folosite în aparatele pentru examenul organelor toracice. Principiul lor de funcționare se bazează pe obținerea a patru fragmente de imagine a cutiei toracice în regim de iradiere în impuls cu un transformator radiologic optico-electronic, care ulterior la prelucrarea computerizată se îmbină în imagine sumară, ce corespunde unui clișeu de format complet.

Secundă după frecvența răspândirii s-a dovedit a fi radiografia digitală pe bază de luminofori cu memorie. Această metodă se bazează pe principiul fixării imaginii radiografice de luminoforul cu memorie. Ecranul, acoperit cu luminofor cu memorie, la exterior este asemănător cu un ecran amplificator obișnuit și funcționează în mod similar, memorizând informația în formă de imagine ascunsă, care este ulterior citită și reprodușă. Imaginea ascunsă pe un astfel de ecran poate fi păstrată timp de circa 6 ore. Citirea imaginii ascunse se realizează cu laser cu raze infraroșii, sub acțiunea cărora se produce eliberarea energiei acumulate pe luminofori în formă de impulsuri de lumină. Aceste impulsuri de lumină vizibilă se transformă cu un multiplicator într-o serie de semnale electrice, iar apoi cu un transformator analogo-digital în semnale digitale, care formează matricea digitală, reflectând indicatorii de luminozitate a fiecărui pixel.

Radiografia digitală cu semiconductori include radiografia digitală cu selen, radiografia digitală în baza riglei de detectori și radiografia digitală în bază de matrice cu format complet. După cum se consideră, calitatea imaginii digitale poate fi semnificativ ameliorată, folosind metoda înregistrării directe a razelor roentgen cu un detector electronic, care funcționează în legătură directă cu computerul. Una din variantele detectării directe a razelor roentgen este radiografia digitală cu selen. Varianta ideală însă a detectării directe a imaginii radiografice, în viziunea savanților, este crearea unei structuri transformatoare solide de proporții complexe (a unei matrice). O astfel de matrice este abilă să înregistreze fiecare cuantă roentgen în parte. Dar este extrem de dificil a crea un detector de dimensiuni necesare (40x40) cm, analog direct al filmului radiologic, cu eficiență înaltă, cu acțiune rapidă, rezoluție tridimensională bună.

Dificultățile creării unei matrice de format complet cu caracteristicile necesare pentru radiografia medicală au determinat apariția detectorilor care funcționează după principiul scanării. În aceste dispozitive detectorii se amplasează în formă de riglă și reprezintă contoare, care măsoară intensitatea razelor roentgen. În calitate de detectori se utilizează fotodiode de siliciu și scintilatoare. Detectarea cuantelor roentgen, ca și în matricea de format complet, se produce grație conversiei lor în scintilator în lumină vizibilă cu detectarea ulterioară a luminii de fotodiode cu siliciu.

Scanarea se realizează prin deplasarea simultană, uniformă a emițătorului de raze roentgen, a colimatorului și detectorului. Totodată, regiunea studiată se examinează radiosopic cu un fascicul de raze plat în formă de evantai, care se deplasează pe toată suprafața clișeului sau a sectorului de studiu. După prelucrarea informației de pe toate liniile în cadru, se formează imaginea digitală, care descrie intensitatea razelor roentgen după penetrarea corpului pacientului.

Al patrulea tip de sisteme digitale radiografice îl constituie sistemul ce funcționează în baza camerei proporționale multifilamentare (CPM). Camera reprezintă un sistem umplut cu gaz (xenon, cripton), anodul căruia constă din filamente subțiri, orientate de-a lungul direcției propagării cuantelor roentgen. La lansarea fluxului de raze roentgen în formă de fascicul plat orizontal în formă de evantai în regiunea examinată, CPM înregistrează repartiția iradierii, care a penetrat corpul pacientului. Semnalul digital în CPM se obține prin detectarea directă a cuantelor roentgen fără o imagine analogă intermediară. La ciocnirea cuantei roentgen cu atomul de xenon se eliberează electronul primar, care derivă de-a lungul liniilor de forță ale câmpului electric, pătrunzând în zona de tensiune înaltă din jurul filamentului anodic subțire. Drept rezultat, se produce o ionizare de avalanșă de șoc cu un coeficient de amplificare gazoasă de câteva mii și o sarcină electrică direcționată suplimentară, care de pe fiecare filament anodic este direcționată spre amplificatorul-formator de impulsuri și apoi spre contor. Informația acumulată de contoare se transmite în computer, în memoria căruia se acumulează matricea imaginii digitale, care descrie repartiția razelor roentgen după penetrarea corpului pacientului.

În pofida unei rezoluții liniare nu prea înalte, radiografia digitală cu utilizarea diferitor detectori cu semiconductori și în baza camerelor cu gaze prezintă un șir de avantaje semnificative, care, în primul rând, sunt determinate de suprafața mare a imaginii, costul de producție redus al dispozitivelor și doza extrem de joasă a iradierii, necesare pentru producerea imaginii. Aceste caracteristici pozitive sunt determinante în utilizarea amplă a tehnologiei menționate, în primul rând, în instalațiile pentru examenul organelor toracice, atât în scop profilactic (microradiografia digitală), cât și pentru diagnostic.

În prezent doar unele tehnologii au importanță practică în respirologie. Cele mai răspândite sunt sistemele cu digitalizarea imaginii electronice radiologice. Posibilitățile acestor sisteme însă sunt limitate de rezoluția tridimensională redusă a sistemelor de televiziune, folosite în ARR, precum și de dimensiunile reduse ale câmpului de lucru al transformatorului optoelectronic.

Mai puțin răspândite sunt tehnologiile, care funcționează în bază de luminofori cu memorie. Implementarea lor mai amplă este limitată, în primul rând, de costul înalt.

În ultimii ani în practică se utilizează sistemele cu scanare, care folosesc în calitate de detector rigle de semiconductori sau camera proporțională multifilamentară.

Implementarea lor va face posibilă realizarea unei metodologii noi de examene radiologice cu calitate mai înaltă a imaginii digitale și într-un șir de cazuri va permite, în primul rând, realizarea

urmăririi în dinamică cu orice periodicitate necesară asupra stării pacienților din grupele de dispensar cu risc major; secund, reducerea riscului iradierii în cadrul estimării eficienței în dinamică a tratamentului bolnavilor cu tuberculoză pulmonară la un minimum inofensiv, ceea ce, la rândul său, va permite a realiza corecții oportune ale tratamentului; terț, va permite soluționarea problemei privind riscul de iradiere în cadrul examenelor în masă a grupelor de vârstă mai precoce.

Este evident că tehnologiile digitale de prelucrare și transmitere a imaginilor sunt un pas spre formarea secțiilor radiologice, însă aceasta necesită un lucru bine organizat și planificat de reprofilare a personalului secțiilor radiologice, deoarece tehnologiile digitale cer de la medici cunoștințe noi, avansate.

### **Bibliografie selectivă**

1. Бару С.Е., Украинцев Ю.Г., *Медицинская техника*, 2004, № 1, с. 38-39.
2. Белова И. Б., Китаев В. М., *Малодозовая цифровая рентгенография*, Орел, 2001.
3. Бердяков Г.И., Ртищева Г.М., Кокуев А.Н., *Особенности построения и применения цифровых рентгенодиагностических аппаратов для исследования легких* // *Медицинская техника*, 1998, № 5, с. 35-40.
4. Бердяков Г.И., Зеликман М.И., Ртищева Г.М., *Оборудование для цифровой флюорографии: состояние и перспективы развития* // *Радиология – практика*, 2000, Март, с. 24-28.
5. Блинов Н.Н., Варшавский Ю.В., Зеликман М.И., *Цифровые преобразователи изображения для медицинской радиологии* // *Компьютерные технологии в медицине*, № 3, 1997, с. 19-23.
6. Шилова М.А., Черний, А.Н. Щетинина В.В., Китаев В.М., Белова И.Б., Казенный Б.Я., *Диагностика туберкулеза легких методом малодозовой цифровой рентгенографии* // *Методические рекомендации*, М., 1999.
7. Портной Л.М., Вяткина Е.И., Петухова Н.Ю., Сташук Г.А., *Место цифровой рентгенофлюорографии в диагностике туберкулеза, рака легкого и патологии средостения* // *Пособие для врачей* / М., 1999.

### **Rezumat**

Au fost analizate informațiile privind gruparea sistemelor de radiografie digitală, principiile, avantajele și deficiențele funcționării lor. S-au estimat perspectivele radiografiei digitale în pneumoftiziologie.

### **Summary**

A modern classification of systems with digital roentgenography is introduced. Main principles, advantages and disadvantages are being analyzed. Perspectives of use of digital roentgenography in pneumoftisiology are being measured.