

Rolul PACS în creșterea eficienței diagnostice

Autori: Dr. **Cuvinciuc Victor**, Sp. Clinic de Urgențe „Sf. Spiridon” Iași

Dr. **Cuvinciuc Oana Mihaela**, Sp. Clinic „Sf. Maria” Iași

Sistemul de arhivare și transmitere a imaginilor (“Picture Archiving and Communicating System” – PACS) este un sistem informațional complex ce gestionează stocarea și distribuția electronică a imaginilor în cadrul unei unități medicale (1). Acest sistem integrat de achiziție, vizualizare, interpretare, transfer și stocare a imaginilor digitale este constituit din aparate radiologice (digitale sau analogice), computere, monitoare, elemente de conectare în rețea și sisteme de depozitare a imaginilor. Introducerea acestui sistem a oferit posibilitatea trecerii de la interpretarea imaginilor pe „suport solid” („hard copy”), reprezentate în principal de filme radiologice, la interpretarea imaginilor pe „suport virtual” („soft copy”), reprezentate de imagini vizualizate pe monitoarele stațiilor grafice din rețea.

Componentele de bază ale unui sistem PACS sunt (1, 2):

- *Aparate radio-imagistice*: se împart în aparate cu achiziție digitală și cu achiziție analogică (la acestea din urmă imaginile sunt ulterior prelucrate și transferate pe suport digital). Aceste aparate pot fi de: tomografie computerizată (CT), imagistică prin rezonanță magnetică (IRM), medicină nucleară, ecografie, radiografie, angiografie, mamografie. În multe spitale, trecerea la PACS se realizează în paralel cu trecerea aparatelor radiografice de pe sistem analogic pe sistem digital;
- *Rețeaua*: reprezintă calea de transfer a imaginilor între diferitele componente ale sistemului PACS;
- *Serverul*: este elementul central al rețelei PACS, fiind reprezentat de un calculator foarte puternic ce are rolul de a gestiona toate imaginile existente pe rețea; deoarece este un element atât de important, întregul sistem s-ar dacă serverul și-ar opri funcționarea, din diferite motive. De aceea, serverul este

prevăzut cu o arhitectură specială, ce asigură redundanța informațiilor; uneori se preferă folosirea a două servere sau distribuirea funcțiilor serverului către mai multe calculatoare din rețea;

- *Sistemul de arhivare* asigură stocarea pe termen scurt și pe termen lung a imaginilor; este prevăzut și cu unități de stocare situate la distanță, pentru a evita pierderea informațiilor în cazul unor dezastre;
- *RIS („radiology information system”)* și *HIS („hospital information system”)* reprezintă rețele de stocare a informațiilor privitoare la pacienți de la nivelul departamentului de radiologie și de la nivelul întregului spital; sunt conectate la sistemul PACS;
- *Sistemul de vizualizare a imaginilor* este partea cea mai vizibilă a unui sistem PACS: este constituit din calculatoare cu funcții speciale în domeniul prelucrării grafice și din monitoare (cu tuburi catodice – CRT sau cu cristale lichide – LCD). Monitoarele reprezintă o componentă foarte importantă a sistemului PACS, deoarece influențează direct calitatea imaginilor afișate și orice deficiență a acestora se reflectă asupra calității rezultatelor;
- *Imprimante (printere)* sunt necesare pentru transpunerea pe suport solid a unor imagini vizualizate inițial pe suport „virtual”.

Un mare avantaj al sistemelor PACS este posibilitatea de trimitere rapidă, aproape instantanee, a imaginilor către clinicieni; în acest mod, se evită situațiile în care clinicianul primește doar rezultatul, fără a putea consulta imaginile sau în care se pierde timp cu manipularea filmelor între diferite departamente. Astfel are loc o creștere a eficienței muncii.

În unele spitale, până la introducerea PACS, fiecare medic petrecea în medie 30 minute căutând filme radiologice (și asta în condițiile în care nu erau singurii care le căutau!). După introducerea PACS acest timp a scăzut extrem de mult, datorită accesării relativ rapide a imaginilor arhivate electronic (3). Imaginile arhivate pot fi accesate de pe sistemul de stocare pe termen scurt și de pe cel de stocare pe termen lung; primul dintre ele are avantajul unei accesări rapide a informațiilor, dar capacitatea sa de stocare este redusă și, de aceea, acest sistem nu poate stoca decât imaginile obținute la examenele recente; examenele

mai vechi sunt arhivate în sistemul de stocare pe termen lung, de unde pot fi reînregistrate ori de câte ori este nevoie. Există și posibilitatea de a arhiva toate informațiile pe medii de stocare cu timpi de acces foarte reduși, ceea ce duce la o încărcare foarte rapidă a datelor necesare (așa-numita modalitate „everything online” EOL).

De asemenea, prezența imaginilor într-o rețea digitală, ușurează foarte mult posibilitatea cererii unei a doua opinii (care poate fi și cea a unui expert, care eventual lucrează în alt spital, în altă localitate). Implementarea PACS a făcut posibilă apariția *teleradiologiei*, care este definită ca o modalitate de transmitere electronică a imaginile radio-imagistice ale unui pacient și a rezultatului examinării acestora între diferite locații. Transmiterea informațiilor necesită rețele de comunicare de înaltă viteză care permit transferul imaginilor digitale rapid și fără pierderi de conținut sau de rezoluție (4).

S-au făcut numeroase studii care să stabilească dacă trecerea la imaginile virtuale reprezintă un pas benefic sau nu. Din punctul de vedere al radiologului, prezentarea imaginilor pe un suport reprezintă cel mai important aspect al oricărui sistem de diagnostic imagistic, deoarece imaginea este cea care se analizează și pe baza căreia se redactează un buletin radiologic. Inițial, radiologii au fost sceptici și nu aveau în practica clinică încredere în monitoare, deoarece comparativ cu citirea clasică a filmelor la negatoscoape, monitoarele aveau o lumină mai scăzută, o rezoluție spațială mai mică, un contrast mai slab și o suprafață de examinat limitată (5).

O parte din aceste neajunsuri pot fi rezolvate, dar toți acești factori trebuie cunoscuți când se achiziționează un sistem PACS, pentru a putea alege cea mai bună variantă. Pentru imaginile alb-negru cu care se lucrează de obicei în radiologie este de preferat achiziționarea unor monitoare alb-negru care oferă un mai bun contrast nuanțele de gri decât monitoarele color. Rezoluția ar trebui să fie cât mai mare, dar nu trebuie uitat faptul că prețul crește odată cu creșterea rezoluției maxime. În general, monitoare cu rezoluția maximă de cel puțin 2560 x 2048 sunt necesare în practica clinică (un monitor obișnuit are rezoluția maximă de 1280 x 1024 sau 1600 x 1200). S-a constatat că luminozitatea este un factor

important în analiza imaginilor, rezultatele „adevărat-negative” necesitând un interval mai lung de timp la monitoarele cu luminozitate scăzută (6); s-a constatat totuși că luminozitatea nu influențează acuratețea diagnostică (6, 7, 8)

Deși monitoarele cu tub catodic (CRT) sunt încă foarte frecvent folosite, se prefigurează în viitor o preponderență a monitoarelor cu cristale lichide (LCD) datorită multiplelor avantaje pe care le prezintă: luminozitate mai mare, consum mai mic de curent electric, sunt mai ergonomice; momentan, prețul acestora este destul de mare, dar cu o tendință clară și continuă de scădere. În alegerea monitorului, trebuie acordată o atenție deosebită și diagonalei, costului, duratei de funcționare și, nu în ultimul rând, service-ului.

Într-un studiu efectuat de Krupinski et al. (7), ce a implicat analiza unor radiografii de membre la care a existat suspiciunea de fractură, s-a observat că acuratețea diagnostică este similară în cazul folosirii imaginilor virtuale comparativ cu filmele clasice, dar alți factori au fost diferiți: timpul de examinare a fost semnificativ mai crescut în cazul monitoarelor (aproape dublu), deoarece timpul de analiză a zonelor fără leziuni (care sunt majoritare) a fost semnificativ mai lung când s-au folosit imagini virtuale; de asemenea, perioada de timp până la identificarea leziunii a fost dublă în cazul monitoarelor.

Avantajele monitoarelor sunt evidențiate în cazul unor examinări ce oferă foarte multe imagini, care sunt astfel mult mai ușor de triat și de analizat (9). Pijl et al. (10) au demonstrat că interpretarea imaginilor CT la bolnavi cu cancer colorectal și metastaze hepatice se face mai rapid în cazul folosirii monitoarelor, în condițiile în care acuratețea diagnostică este similară, fiind chiar puțin mai ridicată în cazul imaginilor virtuale. Autorii au atribuit aceste avantaje imaginilor mai mari și opțiunilor de prelucrare a imaginilor (în principal, setarea ferestrelor). Rezultate similare au fost publicate și în cazul evaluării nodulilor pulmonari (11, 12, 13) sau a leziunilor pancreatice (14).

Concluzii

Nu este ușor de stabilit un raport cost-eficiență al sistemelor PACS: prețul mare de achiziție nu este decât în parte compensat de prețul filmelor radiologice, de procesarea acestora sau de potențiala scădere a numărului de angajați. De asemenea, întreținerea este scumpă, iar periodic trebuie cumpărate noi componente hardware, pentru a face față solicitărilor tot mai mari la care este supus sistemul. Pentru buna funcționare a sistemului trebuie acordată o atenție egală tuturor componentelor necesare: nu se poate realiza un sistem funcțional și eficient cu aparatură modernă, dar cu posibilități limitate de stocare sau cu monitoare ca nu întrunesc calitățile necesare. Este dificil de realizat un plan riguros al bugetului necesar achiziționării și al întreținerii unui sistem PACS, deoarece prețul componentelor hardware scade semnificativ de la an la an.

Câștigul pe care îl aduce PACS nu se măsoară în bani economisiți, ci în creșterea eficienței operaționale, în creșterea calității actului medical și a calității vieții.

Bibliografie

1. Samei E, Seibert JA, Andriole K et al. *AAPM/RSNA Tutorial on Equipment Selection: PACS Equipment Overview; General Guidelines for Purchasing and Acceptance Testing of PACS Equipment*. Radiographics 2004; 24: 313 – 334.
2. Liu BJ, Huang HK, Cao F et al. *Informatics in Radiology (infoRAD): A Complete Continuous-Availability PACS Archive Server*. Radiographics 2004; 24: 1203 – 1209.
3. Kotter E. *What is the most common pitfall when users seek to determine PACS cost-effectiveness?* Diagnostic Imaging Europe oct 2003; 40.
4. Page D. *To the ends of the earth*. Diagnostic Imaging, Special Edition 2003; 18.

5. Krupinski EA. *Softcopy interpretation*. eMedicine 9 iul 2001
6. Krupinski E, Roehrig H, Furukawa T. *Influence of film and monitor display luminance on observer performance and visual search*. Acad Radiol. 1999 Jul ;6(7):411-8.
7. Krupinski EA, Lund PJ. *Differences in time to interpretation for evaluation of bone radiographs with monitor and film viewing*. Acad Radiol. 1997 Mar;4(3):177-82.
8. Goo JM, Choi JY, Im JG et al. *Effect of Monitor Luminance and Ambient Light on Observer Performance in Soft-Copy Reading of Digital Chest Radiographs*. Radiology 2004 232: 762-766
9. Johnson CD. *Hard- versus Soft-Copy Interpretation*. Radiology 2003; 227: 629 – 630.
10. Pijl MEJ, Wasser MN, Joekes EK et al. *Metastases of Colorectal Carcinoma: Comparison of Soft- and Hard-Copy Helical CT Interpretation*. Radiology 2003; 227:747–751
11. Seltzer SE, Judy PF, Adams DF, et al. *Spiral CT of the chest: comparison of cine and film-based viewing*. Radiology 1995; 197: 73–78.
12. Tillich M, Kammerhuber F, Reittner P et al. *Detection of pulmonary nodules with helical CT: comparison of cine and film-based viewing*. AJR Am J Roentgenol 1997; 169: 1611–1614.
13. Iwano S, Makino N, Ikeda M, et al. *Videotaped helical CT images for lung cancer screening*. J Comput Assist Tomogr 2000; 24:242–246.
14. Bonaldi VM, Bret PM, Atri M et al. *Helical CT of the pancreas: a comparison of cine display and film-based viewing*. AJR Am J Roentgenol 1998; 170:373–376.