

# PACS - PICTURE ARCHIVING AND COMMUNICATING SYSTEM AKO SÚČASŤ NEMOCNIČNÝCH INFORMAČNÝCH SYSTÉMOV

Šanta M.<sup>1</sup>, Sýkora A.<sup>1</sup>, Cinová J.<sup>1</sup>, Daňová M.<sup>1</sup>,  
Stanislavová M.<sup>2</sup>, Mýtnik M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra ošetrovateľstva, Fakulta zdravotníctva PU, Prešov

<sup>2</sup>Rádiodiagnostické oddelenie, FNsP J.A.Reimana, Prešov

<sup>3</sup>Chirurgická klinika FNsP J.A.Reimana, Prešov

## Abstrakt

Používanie informačných systémov a počítačov v každodennej zdravotníckej praxi je už dnes nevyhnutné. Autori vysvetľujú základné princípy systému pre archiváciu a komunikáciu obrazov v medicíne (PACS) a podstatu prevádzacích protokolov (DICOM) a noriem (HL7).

**Kľúčové slová:** PACS-picture archiving and communicating system - DICOM-digital imaging and communication in medicine - HL7-health level seven

## Abstract

Application of information systems and computers is necessary in everyday health care practice. Authors present basic principles of the system for archiving and communicating pictures in medicine (PACS) and reality of transformation protocols (DICOM) and standards, too (HL7).

**Key words:** PACS-picture archiving and communicating system - DICOM-digital imaging and communications in medicine - HL7-health level seven

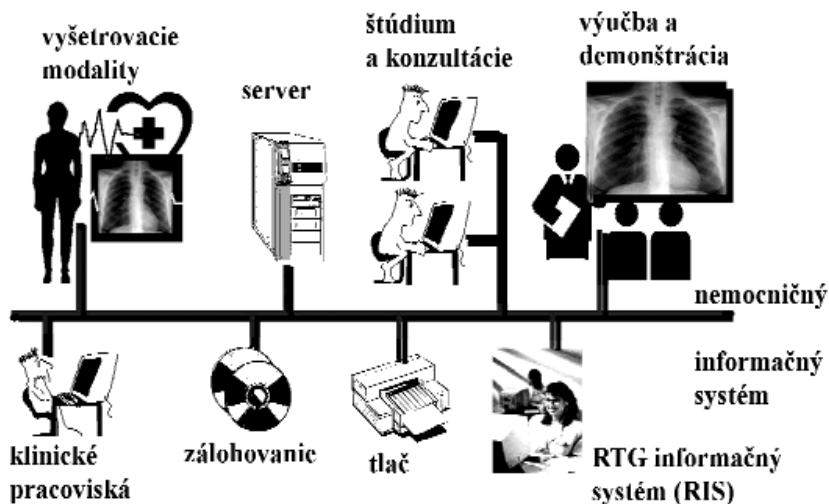
## Úvod

Analógový obraz klasickej RTG snímky je daný plynulou gradáciou sčernania emulzie filmu. Ak je raz naexponovaný a vyvolaný, nie je možné ho ďalej meniť, prípadne spracovávať a uchovávaný môže byť len vo forme filmu, resp. ako výstup z tlačiarne. Vývoj všetkých RTG vyšetrovacích prístrojov súčasnosti smeruje už k digitálnej forme obrazu. Ten je zložený z jednotlivých elemen-

tárnych polí, pixelov, z ktorých každý má v obraze danú súradnicu a hodnotu farby. Môže byť uchovávaný v pamäti počítača priamo v rámci snímkovacieho zariadenia, alebo v akomkoľvek inom osobnom počítači. Digitálna forma obrazu umožňuje ďalšie spracovávanie pôvodnej informácie, predovšetkým nastavenie jasnosti, kontrastu a úpravu škály sivej farby, tzv. okna. Napríklad z jednej expozície hrudníka je možné posúdiť kostné štruktúry, ale aj stav mäkkých tkanív. Je to podobný spôsob, aký používa metodika CT vyšetrenia pri zobrazovaní jednotlivých štruktúr organizmu.

## História

Prvý úspešný pokus o prenos RTG snímky po telefónnej linke sa uskutočnil v roku 1969 a v 70-tych rokoch sa podarilo uviesť do prevádzky prvú počítačovú sieť, slúžiacu predovšetkým pre neobrazové aplikácie. Ešte v roku 1980 pracovala väčšina medicínskych zobrazovacích techník v analógovej forme a aj prístroje, u ktorých bolo možné digitálne zaznamenávanie, počítačová tomografia (CT) a magnetická rezonancia (MRI), pracovali len v analógových verziách. Základnou požiadavkou a myšlienkou bolo transportovať obrazy zo všetkých modalít do digitálneho archívu so širokou kapacitou a dovoliť prenos jednotlivým pracoviskám obrazov z archívu jednotlivo alebo viacnásobne posielat' pracovným staniciam cez lokálnu sieť (local area network - LAN) (obr.1). Nevyhnutná potreba zaistiť pohodlný a všestranný prístup k diagnostickým obrazovým informáciám z digitálneho archívu pre potreby praxe viedla k vytvoreniu systému, ktorý dokáže zvládnuť prenos obrovského súboru údajov v reálnom čase, systém pre archiváciu a prenos obrazu (Picture Archiving and Communicating System - PACS). Prvé inštalácie PACS pracovali každá s vlastnými protokolmi v rámci rádiodiagnostických oddelení. Systémy pre použitie v nemocniciach boli vyvinuté v londýnskej Hammer-smith Hospital a v Sozialmedizinisches Zentrum Ost vo Viedni. Tieto dve prvotné inštalácie už boli charakterizované vlastnou schopnosťou archivovať obrazy zo všetkých vyšetrovacích modalít: CT, MRI, ultrazvukové vyšetrovacie prístroje, digitálna angiografia aj klasická digitálna rádiografia, čo podstatne zvýšilo klinickú



Obr. 1

a organizačnú úroveň PACS (3,4).

### Podstata PACS

PACS umožňuje:

- prehliadanie obrazu pre diagnostické a konzultačné účely na miestnych i vzdialených počítačových pracovných staniciach,
- krátku i dlhodobú archiváciu obrazových informácií na magnetických alebo optických médiách,
- zobrazenie obrazových informácií pomocou miestnych alebo verejných telekomunikačných sietí,
- súčasnú integráciu rôznych vyšetrovacích modalít a klinických informačných systémov v rámci jediného univerzálneho systému (7,8).

### DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine

Pri hľadaní a vytváraní prvých počítačových systémov pre zobrazovanie obrazových dát vzniklo mnoho prenosových protokolov na rôznom základe, väčšinou navzájom inkompatibilných. V roku 1983 sa vytýčili zásady Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) štandardu, ktorý by mal zaistiť univerzálne kompatibilné rozhranie pre všetkých užívateľov, zahrňujúci rozmanité vyšetrovacie modality od rôznych výrobcov s odlišným spracovaním softwaru. Protokol DICOM bol vyvinutý v American College of Radiology a v National Electrical Manufacturers Associations v USA. Zvláštnosťou DICOM formátu je, že v sebe zahŕňa okrem vlastnej obrazovej informácie aj ďalšie údaje. Každý obraz je sprevádzaný aj informáciami o modalite vyšetrenia a jeho parametroch, označením prevedenej štúdie a číslom snímky, informáciami o pacientovi, hlásením pre prenos cez sieť, pre spracovanie obrazu, jeho ukladanie a mnohými ďalšími. Protokol tak umožňuje sprístupniť obrazovú dokumentáciu v pôvodnej kvalite na ktorejkoľvek pracovnej stanici pripojenej na sieť. Dnes je protokol DICOM schopný spracovať väčšinu obrazov a signálov používaných v medicíne, ako sú signály získané elektrokardiografiou, elektroencefalografiou, rôzne chemické a laboratórne výsledky, ale aj jednoduché lekárske správy. Tak sa vlastne systém PACS s pomocou DICOM štandardu rozšíril z rádiodiagnostických oddelení na použitie v celej nemocnici, aj v jej externých zložkách a stal sa univerzálnym štandardom pre prenos údajov (2).

### HL7 - Health Level Seven

Údaje týkajúce sa pacientov, ktoré sú dostupné v nemocničnej sieti (*príjmy, prepustenia, nálezy...*), sú súčasťou Nemocničného informačného systému (NIS). Laboratória majú často svoje vlastné subsystémy (laboratórny informačný systém - LIS), na mnohých rádiodiagnostických pracoviskách funguje počítačový systém pre archiváciu obrazov a nálezov (RIS - Radiology Information System), často bez vzájomného prepojenia. Prvé dva uvedené systémy neponúkajú možnosť zdieľania obrazovej dokumentácie a RIS tiež nie za každých okolností. Pri snahe o zjednotenie používania a výmeny informácií medzi jednotlivými inštitúciami vybavenými rôznymi NIS, je potrebné vytvárať zložité prevádzacie protokoly šité na mieru. To zjednodušuje a uľahčuje ďalší

štandard, HL7 (Health Level Seven).

Je to systém požiadaviek, ktoré musia spĺňať všetky zariadenia pracujúce s informáciami o pacientoch a ktoré chcú komunikovať s inými HL7 kompatibilnými zariadeniami. Jeho používanie vylučuje nevyhnutnosť neustále opakovaného zadávania dát pacienta (*na kartu pacienta, príjem, úvodné vyšetrenie, nálezy, objednávanie, správy, operačné protokoly, laboratórne výsledky, žiadanky...*) a chyby v nich. Zároveň umožňuje, aby z ktorejkoľvek pracovnej stanice napojenej na NIS boli v reálnom čase pre ošetrojúci personál dostupné kompletne údaje o pacientovi, vrátane demografických, výsledky vyšetrení, laboratórnych hodnôt aj ďalších.

Na niektorých pracoviskách sa v súčasnosti robia dokonca pokusy so zariadeniami pre integráciu hlasu a skúša sa automatické rozoznávanie hlasu a jeho elektronický prevod do písomnej podoby. Napojenie na sieť sa môže uskutočniť buď v rámci inštitúcie, alebo s akýmkoľvek autorizovaným, HL7 kompatibilným užívateľom, kdekoľvek na svete. HL7 kompatibilné by mali teda byť aj zobrazovacie prístroje. Nedávno sa v praxi začali zavádzať komunikačné protokoly - tlmočníci, pre vzájomnú "dohodu" medzi štandardami HL7 (textami) a DICOM (obrázkami).

### Zdroje digitálneho obrazu

V nevyhnutných prípadoch je možné digitalizovať aj pôvodný analógový obraz. Napríklad klasickú röntgenovú snímku, fotografiu, záber z laboratórneho sklíčka, klasický film, videozáznam pomocou skeneru, digitálneho fotoaparátu alebo kamery. Tieto procesy sa však nezaobídu bez exponovania fóliového filmu a popierajú jeden z hlavných argumentov pre zavedenie PACS ako úsporného bezfilmového prostredia. Videozáznam (*endoskopické alebo ultrazvukové vyšetrenia*) je možné vykonať pomocou video rozhrania. Každé takéto spracovanie však znamená viac-menej výraznú stratu kvality, ktorá v konečnom dôsledku môže negatívne ovplyvniť aj výslednú hodnotu celého vyšetrenia. Preto je optimálnou alternatívou snímanie priamo v digitálnej forme. Pre CT, MR, scintigrafické kamery a novšie angiografické prístroje je táto možnosť už samozrejmosťou. U nich je jedinou limitáciou pre eventuálne zdieľanie dát ich schopnosť alebo neschopnosť ukladať obrázky v DICOM formáte. V klasickej RTG diagnostike funguje zatiaľ niekoľko systémov na zaznamenávanie röntgenového žiarenia priamo do obrazu v digitálnej matici.

### Nevýhody PACS

Finančná náročnosť. Každý sieťový software je finančne náročný a treba počítať s dostatočným hardwarovým vybavením, predovšetkým s výhľadom na archivovanie obrovských komplexov údajov. Veľmi skoro po uvedení systému do praxe sa totiž ukáže, že akákoľvek veľká pamäť je malá a je potrebné dopredu plánovať možnosti ďalšieho rozširovania archívu. Žiaduci je aj dostatočný počet pracovných staníc, schopných spracovať poskytované informácie. Pri nákupe diagnostických prístrojov je nevyhnutné klásť dôraz na ich schopnosť produkovať obrázky v DICOM formáte a na HL7 kompatibilitu. V súčasnosti to samozrejme znamená vyššie ceny

prístrojov. PACS sa teda vypláca skôr v dlhšej perspektíve a vo väčších celkoch.

Kompatibilita. Dôležitá je najmä DICOM kompatibilita. Ak sa počíta s integráciou PACS do nemocničného informačného systému, mala by byť podmienkou HL7 kompatibilita.

Pomalé, časovo náročné a postupné zaškolenie personálu na RTG oddeleniach, aj na ďalších užívateľských pracoviskách.

Potreba schopného správcu systému a dobrého plánovania pri rozvrhovaní celého systému, s výhľadom do budúcnosti.

Riziko straty dát pri ich nedôslednom a neodbornom archivovaní.

Doriešenie otázky autorizácie, elektronického podpisu, zákonnej povinnosti skladovať tlačené kópie žiadaniek a exponované RTG filmy.

### Výhody PACS

Úspora filmového materiálu, vyvolávacích zariadení, chemikálií, zbytočne opakovaných vyšetrení, času aj personálu.

Obmedzenie duplicitných vyšetrení. Pri tomto pohľade je zaujímavé predovšetkým finančné hľadisko, ale aj ohľad na zachovávanie princípov radiačnej hygieny.

Zamedzenie starej známej tzv. "straty" RTG dokumentácie.

Rýchly prístup ošetrojúceho personálu alebo konzultantov k obrazovej dokumentácii z rôznych modalít, a to nielen z rádiodiagnostického prostredia, ale aj z mikrobiológie, patológie, endoskopických odborov a mnohých ďalších. Zlepšuje sa tak diagnostická výťažnosť a je možné sledovať vývoj patologického lézie v čase. Ak je PACS implementovaný do nemocničného informačného systému (HL7/DICOM kompatibilita), potom sú obrázky k dispozícii v spojení so všetkými dostupnými dátami.

Možnosť sekundárnych úprav pôvodného obrazu. Úprava vyšetrovacích okien, rôzne merania, filtre, 3D rekonštrukcia, virtuálna endoskopia, fúzia obrazu z rôznych modalít a podobné. DICOM protokol prísne rozlišuje medzi originálnym a modifikovaným obrazom a každý obraz je v tomto zmysle označený. Na špeciálne spracovanie je možné poslať snímky z pôvodného pracoviska bez toho, aby bolo treba zopakovať vyšetrenie.

Možnosť štúdia a konzultácie výsledkov vyšetrení na ktoromkoľvek kompatibilnom pracovisku kdekoľvek na svete. Vyšetrenie je možné vykonať podľa pokynov lekára zo vzdialeného pracoviska a snímky mu potom odoslať bez toho, aby bola potrebná jeho fyzická prítomnosť.

Pri dobrom menežmente sa PACS vyplatí v každom ohľade, aj keď v dlhšom časovom horizonte.

PACS je jedným zo základných stupňov pre vytvorenie plne digitálneho, bezfilmového prostredia.

PACS je východiskom pre pokročilé klinické aplikácie s počítačovou asistenciou - computed - assisted radiology, computed - assisted surgery a computed - assisted

radiation therapy.

Posledne uvedené je už z oblasti telemedicíny, kedy účastníci diagnostického alebo liečebného procesu spolu komunikujú po sieti buď cez telefónne linky, spojením cez satelit alebo prostredníctvom lokálnej siete. Telemedicina, telerádiológia a ďalší vývoj nie je len o pasívnom prezeraní obrazov, ale v niektorých prípadoch už aj o nahradení lekára - človeka počítačom. Ide o plné využitie počítača ako navigačného a simulačného nástroja, používaného k presne cieľným výkonom, s minimálnym poškodením okolia (*stereotakticky navigované výkony*). Sú to operácie uskutočňované robotmi ovládanými na diaľku, presne cieľná rádioterapia, výroba komplikovaných tvarov zložitých protéz, náhrad a pomôcok presne na mieru a chirurgické minimálne invazívne výkony, ktoré sa niekedy označujú aj ako keyhole surgery (*operácie kľúčovou dierkou*) a tailored surgery (*operácie na mieru*) (5,6).

### Záver

Zákonitosti ekonomického vývoja, požiadavky na efektivitu práce aj ďalšie nevyhnutné faktory zlepšovania zdravotnej starostlivosti vyžadujú pre každú nemocnicu, ktorá sa chce v budúcnosti uplatniť a komunikovať, použitie informačných systémov. Práve rôznorodosť nemocničného prostredia s lôžkovými, ambulantnými, laboratórnymi aj vyšetrovacími zložkami sťažuje zavádzanie počítačových systémov do praxe. Túto skutočnosť podstatne uľahčujú jednotné prevádzacie protokoly a používané štandardy. Aj keď počítačové prostredie pre nemocničné informačné systémy vyžaduje v prvotnej fáze značné finančné náklady(1), tie sa pri správnej funkcii systému veľmi skoro vrátia. Preto nie je na mieste otázka: "Mať či nemať nemocničný informačný systém vrátane PACS?" Racionálnejšia je otázka: "Kedy s ním začať?"

### Literatúra

1. FINIZIO, T. Lenoir Memorial Invest in *Picture Archiving and Communications System*. [online]. News & Events, 31.8.2004, [citované 10.10.2004]. Dostupné na internete: <<http://www.lenoirmemorial.org/NewsItem.asp?ItemID=155&SectionID=NewsAndEvents/html>>
2. *Standards and Standards Organizations*. [online]. The national health information infrastructure. Technology and standards for health care, 10.8.2004, [citované 8.10.2004]. Dostupné na internete: <<http://aspe.hhs.gov/search/sp/nhii/standards.html>>
3. WIRSZ, N. Healthcare Enterprise Integration. In *Electromedica*. ISSN 0091-3952, 1999, roč.4, č.2, s.6-9.
4. Our PACS. Picture archiving and communicating system. *What is a PACS?* [online]. 3.11.2003, [citované 8.10.2004]. Dostupné na internete: <[http://www.cspt.es/webcspt/cimd/pacs\\_udiatang.htm](http://www.cspt.es/webcspt/cimd/pacs_udiatang.htm)>