

RADIOLOŠKI INFORMACIONI SISTEM

Rade R. Babić¹, Zoran Milošević^{2,3}, Boris Đinđić^{2,4} i Gordana Stanković-Babić^{2,5}

Razvoj informacionih sistema u zdravstvu vodi prema integraciji nekada raznorodnih sistema u jedinstvenu informatičku celinu, tako da je danas sveprisutna ideja o objedinjavanju funkcija kliničko-bolničkog (KBIS) odnosno radiološkog (RIS) informacionog sistema. Radiološki informacioni sistem (RIS) predstavlja tehnološko rešenje potpune informatizacije i modernizacije rada radiološkog centra i prelazak sa papirnog i filmskog na potpuno elektronsko poslovanje i digitalne snimke. RIS stvara digitalni radiološki centar gde su informacije uvek dostupne na pravom mestu i u pravo vreme. U okviru realizacije RIS neophodno je slediti standarde i sisteme koji se odnose na specifičnost RIS, a to su: DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), PACS (Picture Archiving and Communication System), HL7 (Health Level Seven). Relevantne karike savremenog RIS čine teleradiologija i mobilna radiologija. Autori zaključuju da uvođenje RIS, HIS i drugih informacionih sistema ogledaju se u automatizaciji, smanjenju mogućnosti greške, povećava se dijagnostički i terapijski kvalitet, smanjuju se troškovi za materijale, povećava se stepen iskorišćenosti sistema, štedi se vreme; sprovodi se modernizacija sistema i dr. *Acta Medica Mediana* 2012;51(4):39-46.

Ključne reči: radiološki informacioni sistem, bolnički informacioni sistem, PACS, DICOM, teleradiologija, mobilna radiologija

Centar za radiologiju, Klinički centar Niš, Niš, Srbija¹
Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, Niš, Srbija²
Institut za javno zdravlje, Niš, Srbija³
Klinika za kardiologiju, Klinički centar Niš, Niš, Srbija⁴
Klinika za očne bolesti, Klinički centar Niš, Niš, Srbija⁵

Kontakt: Rade R. Babić
Centar za radiologiju, Klinički centar Niš
Bulevar dr Zorana Đinđića 48, 18000 Niš, Serbia
E-mail: gordanasb@open.telekom.rs

Uvod

Radiološki centar zahteva poseban i vlastit informacioni sistem – radiološki informacioni sistem (RIS) u okviru hospitalnog informacionog sistema (HIS) (1-11).

Radiološki informacioni sistem (RIS) zahteva razvijenu infrastrukturu (mrežu), hardver i softver (3-7). Razlog ovome nalazi se u činjenicama da je radiologija dijagnostička slikovna grana medicine koja u svakodnevnom radu koristi slike, da su radiološke slike u digitalnom obliku, da kao datoteke sadrže vrlo veliki broj podataka, tj. bajta, da pregledi kompjuterizovanom tomografijom (CT), magnetnom rezonancijom (MR), mamografijom, ultrazvukom (UZ), digitalnim rendgenološkim aparatima i drugim radiološkim aparatima daju radiološke slike u digitalnom formatu od 1 - 600 MB, katkada i preko 600 MB, da su radiološki aparati digitalizovani i drugo.

U okviru realizacije RIS (Slika 1) neophodno je slediti standarde i sisteme koji se odnose na specifičnosti RIS, a to su: DICOM (engleski: Digital Imaging and Communications in Medicine), PACS

(engleski: Picture Archiving and Communication System), HL7 (engleski: Health Level Seven), teleradiologija, mobilna radiologija i dr. (11-22)

Kao i kod svakog drugog informacionog sistema, tako se i kod RIS posebna pažnja mora posvetiti sigurnosti i poverljivosti podataka. RIS podrazumeva veliki disk prostor neophodan za skladištenje ogromne količine podataka, i to u obliku digitalnog zapisa. Radiološki pregledi pacijenata moraju se čuvati određeno vreme u različitim formatima, što čini da je brzina pristupa ovim podacima različita, zavisno od "starosti" pregleda.

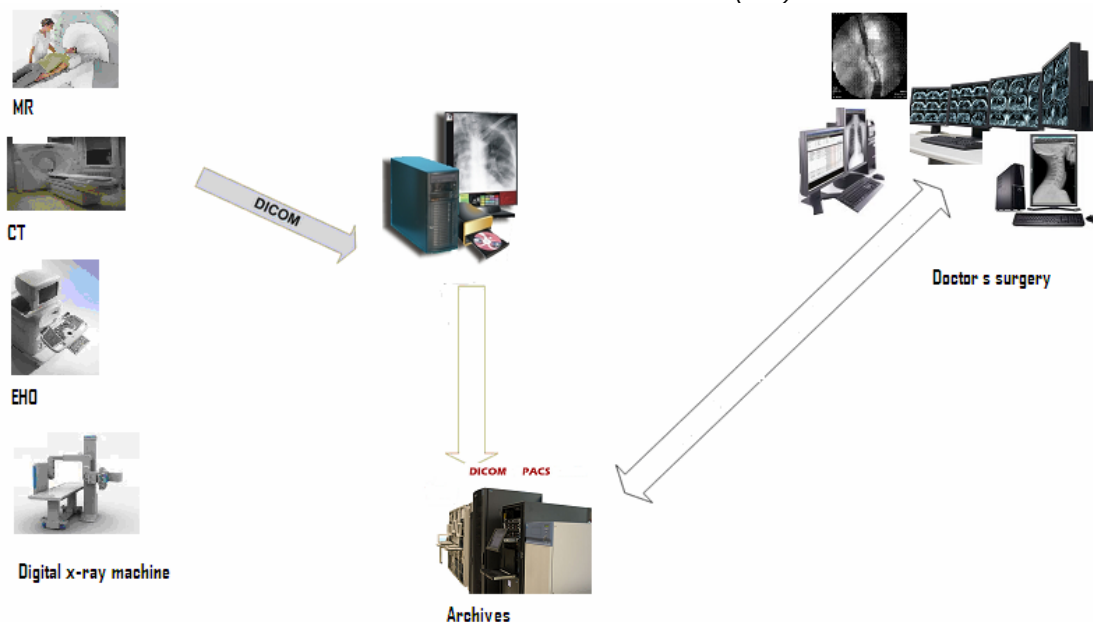
RIS ne sme da uspori rad radiološkog centra, već treba da iz svakog dela organizacione jedinice radiološkog centra obezbedi veći protok bolesnika, iz čega proizilazi da pristup skladištenju podataka u RIS mora biti brz i jednostavan.

Paralelno sa razvojem i integracijom RIS odvija se razvoj i integracija teleradiologije, koja predstavlja moćno sredstvo u dijagnostici, konsultaciji, edukaciji studenata, lekara i pomoćnog medicinskog osoblja, naučnom istraživanju, administraciji, upravljanju, planiranju, unapređenju narodnog zdravlja i dr.

Nacionalna alijansa za lokalni ekonomski razvoj (NALED) je 2012. godine predstavila pilot projekat "Uvođenje telemedicine u istočnoj Srbiji", koji se sprovodi uz podršku kompanije MSD, inicijatora i idejnog tvorca uvođenja telemedicine u Srbiji. Učesnici projekta – Klinički centar Niš, Dom zdravlja Boljevac, Zdravstveni centar Zaječar i NALED, potpisali su sporazum o saradnji (1).



Slika 1. Radiološki informacijski sistem (RIS)



Slika 2. Picture Archiving and Communication System (PACS) mreža

Integracija RIS i HIS

Kao što je radiološki centar deo bolnice, tako je i RIS deo HIS. Informacije koje HIS i RIS razmenjuju u cilju integracije u jedinstveni informacijski sistem bile bi: registar bolesnika (podaci novog bolesnika, ažuriranje podataka postojećeg bolesnika, i dr.); pregled bolesnika (koja vrsta pregleda se traži, ko traži radiološki pregled, uputna dijagnoza, hitnost i dr.); status pregleda i izveštaj (radiološki nalaz, izveštaj lekara specijaliste, laboratorijski nalaz i dr.); isporuka nalaza; distribucija nalaza; sinhronizacija podataka u HIS i RIS (metode pregleda, lekari, odeljenja i dr.) i druge informacije.

Da bi se ostvarila integracija RIS u jedinstveni HIS, neophodno je da informacijski sistemi

komuniciraju razmenom poruka (informacija) po HL7 (Health Level Seven) standardu (10,18,23,24).

HL7 (Health Level Seven) standard

HL7 standard omogućava razmenu medicinskih informacija između različitih informacijskih sistema organizacionih jedinica jedne bolnice (kardiologija, radiologija, laboratorija, očno, ušno, hirurško i dr.), bez obzira u kom programskom jeziku su napisani i na kojoj platformi se izvršavaju (10,18,23,24).

HL7 nije softverska aplikacija, već standard koji obuhvata hiljade strana u kome se nalaze detaljna objašnjenja, koja analitičarima i programerima daju polaznu tačku o standardu, kako bi mogli tehnički da ga implementiraju.

U OSI (engleski: International Standard Organization) referentnom modelu, komunikacije softvera i hardvera su razdvojene na sedam nivoa. HL7 standard je prvenstveno fokusiran na pitanja i probleme koji se javljaju na sedmom, aplikacionom nivou. Tu se razmenjuju podaci, vreme razmene podataka i komunikacija, gde se prikazuju greške između određenih aplikacija. Međutim, potrebe protokola koji se odnosi na niže nivoe OSI modela se ponekad pominju kako bi se pomoglo u implementaciji i kako bi se razumeo kontekst standarda.

PACS (Picture Archiving and Communication System)

- Picture Archiving and Communication System (PACS) predstavlja savremen sistem za arhiviranje slika i komunikaciju. Dizajniran je kao računarski sistem za papirnu i filmovanu arhivu. Bazira na web tehnologiji. Manipuliše medicinskim snimcima i informacijama. Omogućava arhiviranje, pregled i distribuciju medicinskih snimaka radioloziima, lekarima drugih specijalnosti, lekarima drugih bolnica i dr. Komunicira sa hospitalnim informacionim sistemima, radiološkim informacionim sistemima, odeljenskim informacionim sistemima i omogućava da se podacima pristupa sa različitih lokacija u okviru jedne zdravstvene ustanove ili van te zdravstvene ustanove (10-14,16,23,24).

- PACS može biti integrisan u radiološke informacione sisteme, bolničke informacione sisteme ili u druge medicinske informacione sisteme, pa ipak, PACS se najviše koristi u okviru radiologije, tj. RIS-a. Između ostalog, PACS objedinjuje funkcije teleradioloških servisa i sistema za arhiviranje, pretraživanje i pregled medicinskih snimaka i podataka bolesnika.

- PACS skladišti snimke sa različitih medicinskih uređaja (modaliteta): ultrazvuk (color dopler, ultrazvuk i dr.), MR, CT, mamografskih, angiografskih, digitalnih rendgen aparata, PET skenera, aparata nuklearne medicine i drugih aparata (12,13).

- PACS je integrisani sistem (Slika 2) koji se sastoji od: uređaja za medicinsku dijagnostiku, servera, radnih stanica za pristup podacima, računarske mreže, koja povezuje komponente sistema, baze podataka i interfejsa ka drugim sistemima..

- PASC sistem (Slika 3) čine:

- - Akvizicija slika (engleski: Image Acquisition) zahteva postojanje medicinskih uređaja (CT, MR, digitalni rendgen aparat i dr.) sa odgovarajućim interfejsom prema PACS. Ovi medicinski aparati moraju biti kompatibilni sa DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine). Ako standard nije podržan na medicinskim uređajima, tada mora postojati uređaj za konverziju medicinskih slika (engleski: gateway).

- - Komunikaciona mreža prenosi slike i njima pridodate podatke, npr. ime i prezime bolesnika, godina rođenja i dr. Od tipa rendgenskih slika zavisi koja je komunikaciona mreža potrebna. Struktura komunikacione mreže ima uticaj na brzinu rada celokupnog sistema.

- - Prikaz slika vrši se preko personalnog računara u ordinaciji lekara. Kvalitet računara ogleda se u fizičkim karakteristikama monitora (Tabela 1). Razlikuju se monitori niske rezolucije (512x512 piksela) i monitori visoke rezolucije (oko 1Kx1K piksela). Potrebno je da računari imaju interaktivni korisnički interfejs sa mogućnošću podešavanja kontrasta slika, zum, pomeranja snimka i prikazivanja podataka o bolesniku i dr.

- - Podaci bolesnika - HIS i RIS treba da su integrisani u jedinstven informacioni sistem, a prema PACS se odnose preko HL7.

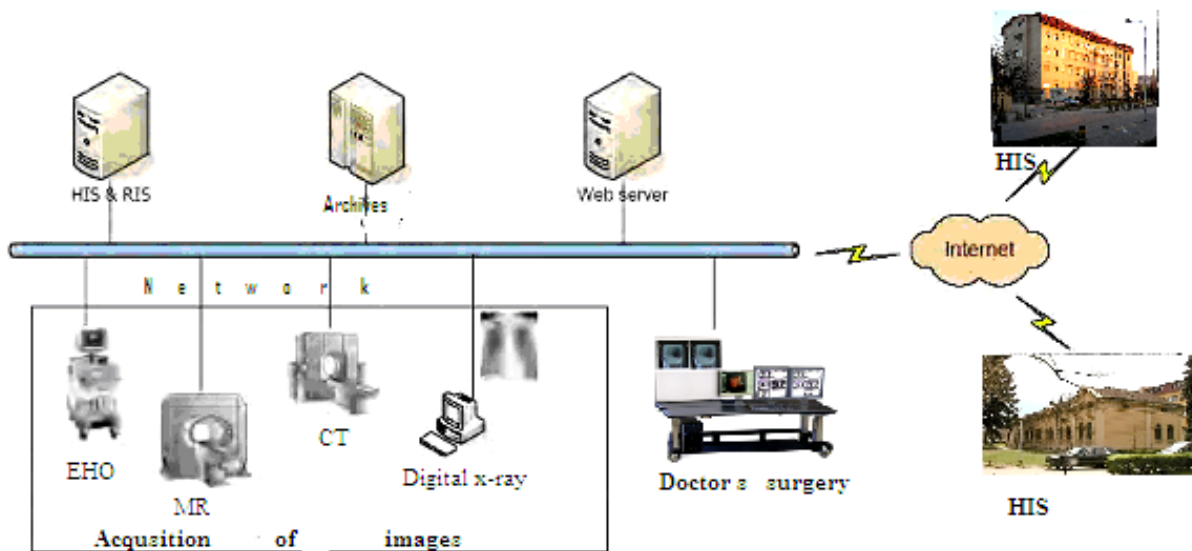
- - Arhiva snimaka - Sistem za arhiviranje snimaka treba da je centralizovan, sa podrškom za DICOM i HL7.

- - Web server - Aplikacija koja se nalazi na web serveru treba da omogući pristup i adekvatan prikaz podataka zaposlenima u zdravstvenoj ustanovi i udaljenim korisnicima kojima treba da se omogući pristup svim ili samo određenim podacima bolesnika.

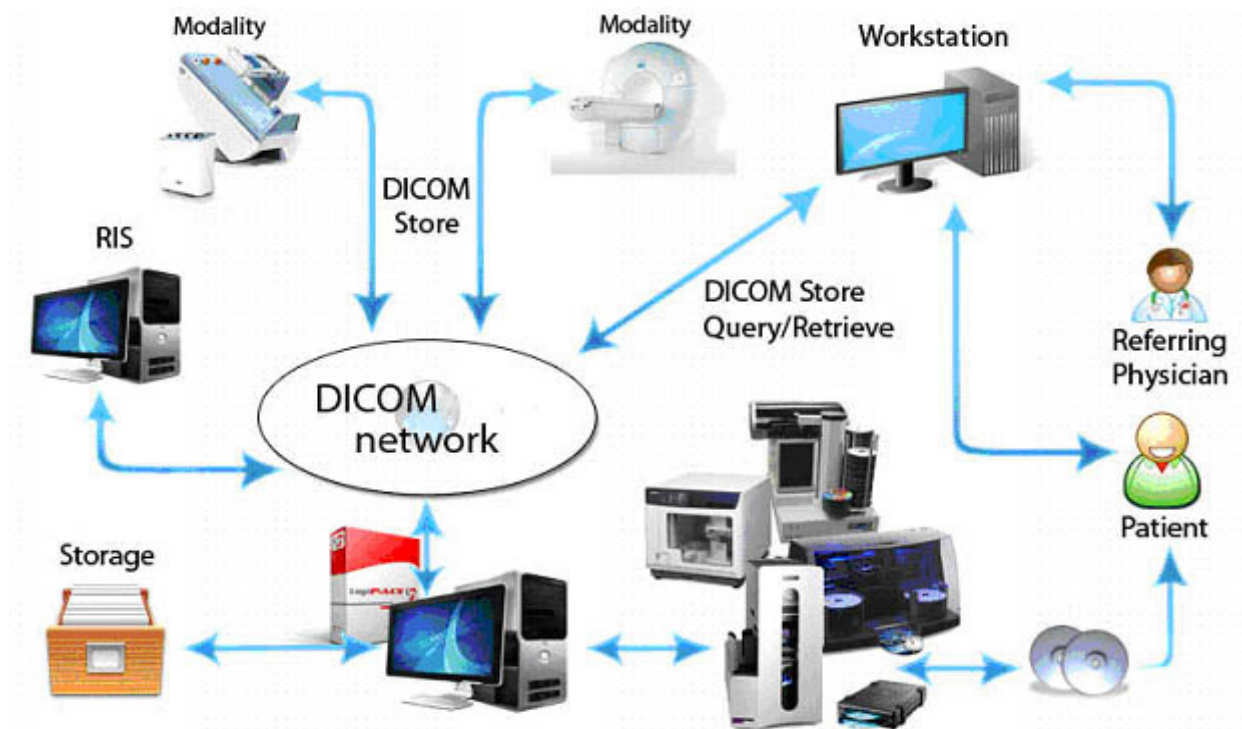
- Koristi od primene PACS su: ušteda prostora i vremena za arhiviranje rendgenskih snimaka i njihovog traženja za potrebe edukacije i sl. (jer se rendgenski snimci u obliku elektronskog zapisa skladište u disk računara); ušteda u novcu (ne treba kupovati rendgenski film, već kompaktni disk - CD); postignut je kvalitet rendgenske slike i brzina radiološke dijagnostike; vizualizacija rendgenskih slika je moguća sa udaljenih lokacija; bolja je iskorišćenost ljudskih resursa; moguće je umrežavanje na nivou jedne ili više zdravstvenih ustanova; modernizovan je radiološki centar; postignuta je modernizacija rada; smanjeni su troškovi servisiranja i potrošnje materijala i dr.

Tabela 1. Rezolucija i veličina digitalnih snimaka

Modalitet	Rezolucija	Paleta boja	Veličina nekompresovane slike
EHO	512x512	x8	256 KB
Digitalni rendgen aparat	512x512	x8	256 KB
CT	512x512	x12	384 KB
MR	512x512	x12	384 KB
Digitalizovani (skenirani) rendgenološki snimci	1024x1024	x12	1,8 MB
Digitalna radiografija	1024x1024	x8	1 MB
Mamograf	4096x4096	x12	24 MB



Slika 3. Picture Archiving and Communication System (PACS) komponente

Slika 4. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)
(source: <http://www.neologica.it/eng/LogiPACS.php>)

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) je standard za rukovanje, skladištenje, štampanje i prenos informacija u medicine (Slika 4). DICOM predstavlja skup pravila, koji omogućavaju da se medicinski snimci i informacije razmenjuju između kompjutera i bolnica (15,16,17). DICOM uspostavlja zajednički jezik koji omogućava da se snimci i informacije koji su načinjeni na jednoj vrsti opreme proizvođača mogu koristiti na digitalnim sistemima drugih proizvođača. DICOM nije

fajl format već standard. DICOM i PACS su direktno povezani.

Danas se teško može zamisliti savremena medicina bez DICOM i PACS (11-16).

DICOM čine: datoteka, definicija i mrežna komunikacija protokola.

Osnovne funkcije DICOM su: komunikacija i razmena digitalnih medicinskih slika nezavisno od proizvođača; da omogući da PACS postane deo HIS, RIS i drugih informacionih sistema; da omogući da baze podataka medicinskih slika postanu dostupne bez obzira na udaljenost pretraživača, da omogući funkciju teleradiologije i dr.

Nedostaci DICOM nastaju: kod pretraživanja baze podataka i procesiranja slika; kod istovremenog prikazivanja više slika na monitoru, kada dolazi do smanjenja kvaliteta pojedinih slika ili čak do odsecanja pojedinih segmenata; kod pojave lažnog bojenja, koji se javlja kod susednog nivoa sivog, kada se dobije lažno bojenje u kontrastne boje i dr.

Teleradiologija

Teleradiologija predstavlja vid medicinskog informacionog sistema koji zahteva korišćenje telekomunikacionih sistema u vidu satelita, interneta, mobilnog telefona, računara i drugog za razmenu podataka, slika, video, audio ili drugih radioloških informacija u cilju obezbeđivanja radioloških usluga između udaljenih lokacija (Slika 5) (10,11,15-21,23-25).

Teleradiologija za prenos informacija najčešće koristi GSM (engleski: Global System for Mobile Telecommunications), GPRS (engleski: General Packet Radio Service) i 3G sisteme, koji omogućavaju prenos multimedijalnog sadržaja velikom brzinom.

Jedan od zahteva teleradiologije je da informaciona i komunikaciona tehnologija omogući prenos relevantnih medicinskih informacija na daljinu uz poštovanje medicinskih i tehničko-tehnoloških standarda, koji se odnose na pribavljanje, arhiviranje, prenos i pretraživanje medicinskih slika, video zapisa, audio zapisa i drugih radioloških informacija, na standardizovane i kvalitetne uređaje i sisteme za teleradiologiju, kao i na nivo kvalitetne računarske i telekomunikacione opreme i telekomunikacionih kanala i veza.

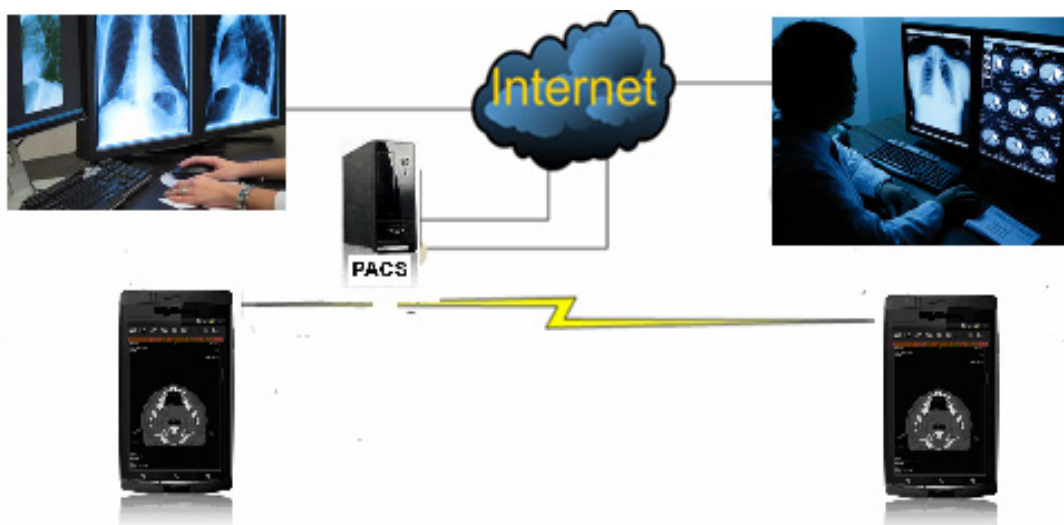
Web tehnologije u teleradiologiji omogućavaju da se na bilo kojem računaru, na bilo kojoj lokaciji, sa odgovarajućim pravima (sigurnost i poverljivost), pomoću internet explorera, pristupi slikama i nalazima i da se napiše radiološki nalaz.

Primena teleradiologije je moguća u radiološkim centrima koji poseduju digitalnu radiološku aparaturu, tj. DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) (2,3,8,17,18). Problem nastaje tamo gde je u primeni analogni radiološki aparat, jer se postavlja pitanje kako digitalizovati i arhivirati radiološku sliku, kako skladištiti radiološki nalaz, kako povezati radiološki nalaz sa slikama, kako radiološke informacije učiniti dostupnim informacionim sistemima centru za radiologiju, bolnici, klinici, drugim zdravstvenim ustanovama u zemlji i u inostranstvu i dr.

Osim najčešćeg scenarija udaljenog pisanja radiološkog nalaza, postoji i niz drugih radnih procesa koji se mogu implementirati kao teleradiološko rešenje: drugačije mišljenje; mišljenje konzilijuma; uvid u nalaz i slike od strane lekara opšte prakse; proširenje navedenih scenarija drugim sistemima (chat-a, video chat-a, whiteboard-a i dr.); kompleksnija rešenja za potrebe teleradioloških centara; 3D rekonstrukcija i dr. Svi navedeni scenariji predstavljaju različite varijante osnovnog radiološkog postupka.

Mobilna radiologija

Razvoj mobilne radiologije vezuje se za Mariju Sklodovski Kiri (25,26,27). Njenu genijalnu ideju danas primenjuju čuveni proizvođači rendgen aparata koji ugrađuju u kamione sa prikolicama rendgen, CT, MR, mamograf i druge radiološke aparate, čineći ih na taj način mobilnim i dostupnim svim sredinama, u svim vremenskim uslovima, u mirnodopskim ili ratnim uslovima života. Međutim, jedan od nedostataka ovih aparata je njihova ograničena mobilnost. Zato, sa razvojem telekomunikacione tehnologije došlo se na ideju da se mobilnost radioloških aparata poveća primenom mobilnog telefona. Na taj način, došlo je do razvoja novog vida mobilne radiologije – mobilna radiologija preko mobilnog telefona (Slika 6).



Slika 5. Teleradiologija



Slika 6. Mobilna radiologija preko mobilnog telefona

Mobilna radiologija preko mobilnog telefona samo je jedna od karika teleradiologije (21).

Primena mobilnog telefona u teleradiologiji, tj. u telemedicini omogućila je da radiološke slike i druge relevantne medicinske informacije postanu dostupne svuda, na bilo kom terenu u realnom vremenu.

Relevantne karakteristike mobilnog telefona su: ekran dijagonale od 3 inča, svetlost od 250 cdl, RAM memoriju od 256 Mb, procesor od 800 Mhz i mobilni internet koji podržava HTML5 standard i Javascript.

Zaključak

Osnova za uvođenje novih tehnologija u medicini je digitalizacija medicinske opreme. Primena web tehnologija učinile su da zdravstvene usluge postanu dostupne svima, brzo i efikasno lečenje, daju pravovremene informacije i dr. Neophodno je slediti standarde i sisteme koji se odnose na specifičnost RIS, a to su: DICOM, PACS, HL7, teleradiologija, mobilna radiologija i dr. Sjedinjene i prožete, medicina i informacione tehnologije vode napretku čovečanstva.

Literatura

1. Klinicki centar Niš. Telemedicina se uvodi u KC Niš. Accessed 5 August 2013. Available from URL: www.kcnis.co.rs
2. Dobrić D, Odadžić B, Kovačević M. Implementacija web baziranih sistema u teleradiologiji. Accessed 12 May 2012. Available from URL: www.telfor.rs/telfor2005/radovi/TM-2.30.pdf
3. Milošević Z, Bogdanović D, Stanković A: Medicinska informatika 2011. Accessed 12 May 2012. Available from URL: www.medfak.ni.ac.rs
4. Perak M: Virtualna ordinacija. Svet Kompjutera 2003; 3. Available from URL: <http://www.sk.rs/2003/03/skpr01.html>
5. Marković Lj, Petković G, Toroman D, Bebić M, Vukobratović M, Radosavljević A, et al. Radiological information system of the institute for radiology, Military Medical Academy. Aktualnosti iz neurologije, psihijatrije i graničnih područja 2002; 10(1-2): 52-59.
6. Puđa N: Zdravstveni informacioni sistem - savremena organizacija zdravstva. Vršac; 2006. Accessed 12 May 2012. Available from URL: www.onk.ns.ac.rs/infosis.htm
7. Informacioni sistem u zdravstvu. Accessed 12 May 2012. Available from URL: www.pansys.com/you
8. Babić RR, Bašić B, Govedarović K, Đinđić B, Stanković Babić G, Marković Perić S. Excretory urography in patients prepared by simethicon (Espumisan®). Acta Medica Medianae 2011; 50(1): 38-43. [\[CrossRef\]](#)
9. Babić RR. Image diagnostic services in Southeast Serbian population 1960-2010. In: Strahinjić S, editor. Prilozi istoriji zdravstvene kulture Srbije. Niš: Galaksija-Niš; 2011. p. 221-8.
10. Babić S: Zdravstveni informacioni sistem. SeminarSKI rad. Medicinski fakultet Niš; 2012.
11. Dubovina D, Mihailović B, Vujičić B, Tabaković S, Matvijenko V, Živković D. Teleconsultation in dentistry using the XPA3 online system: Case Report. Acta Fac Med Naiss 2012; 29(2): 93-101. [\[CrossRef\]](#)
12. Visaris digitalna radiologija. Accessed 12 May 2012. Available from URL: www.visaris.com
13. PACS sistemi. Accessed 12 May 2012. Available from URL: <http://www.telemed.co.rs/dicom-standard>
14. PACS-RIS Services. Accessed 12 May 2012. Available from URL: <http://www.google.rs>
15. DICOM standard. Accessed 12 May 2012. Available from URL: <http://www.telemed.co.rs/dicom-standard>
16. Telemedicine - First telemedicine site of Serbia. Accessed 12 May 2012. Available from URL: <http://www.telemed.co.rs>
17. Telemedicina. Institut za onkologiju Vojvodine. Accessed 12 May 2012. Available from URL: www.onk.ns.ac.rs/telemedicina.htm
18. Teleradiologija Alfa imaging. Accessed 12 May 2012. Available from URL: www.alphaimaging.rs
19. Kayser K, Szymas J, Weinstein R: Telepathology. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 1999.
20. Drnasin I, Vučica D. Uspeh teleradiologije kao potvrda radiološke izvornosti. Radiološki vjesnik 2009; 1: 10-12.
21. Stanković S, Milovanović D, Maksimović R. Teleradiologija: Segmentacija slika, 3D rekonstrukcija i kompresija. Info Science 1999; 7(6): 14-21.
22. Mobilna radiologija. Accessed 12 May 2012. Available from URL: <http://www.infomedica.hr>
23. Babić RR, Milošević Z, Stanković Babić G. Web technology in health information system. Acta Fac Med Naiss 2012; 29(2): 81-7. [\[CrossRef\]](#)
24. Babić RR, Babić S, Marjanović A, Pavlović Radojković A. Virtualni svet kompjutera u prevenciji bubrežnih bolesti. In: Strahinjića S, Babić RR. Prevencija bubrežnih bolesti. Niš: Sven Niš, Akademija medicinskih nauka SLD; 2012. p. 329-38.
25. Babić RR, Milošević Z, Stanković Babić G. Teleradiology - radiology at distance. Acta Fac Med Naiss 2012; 29(3): 145-51. [\[CrossRef\]](#)
26. Babić RR, Stanković Babić G. Marie Skłodowska Curie (1867-1934) Contribution to war radiology development. Acta Medica Medianae 2010; 49(1): 70-2.

RADIOLOGY INFORMATION SYSTEM

Rade R. Babić¹, Zoran Milošević^{2,3}, Boris Đinđić^{2,4} and Gordana Stanković-Babić^{2,5}

The development of information systems in health care is approaching the process of integration of various systems used in a single computer so that we witness today the omnipresent idea of merging the functions of the clinical-hospital (CHIS) and radiology (RIS) information system. Radiological Information System (RIS) is a technology solution to complete computerization and modernization of the work of the radiology center, and transition from film to paper and full electronic management and digital recordings. RIS creates the digital radiology center where information is always available at the right place and at the right time. Within the realisation of RIS, it is necessary to follow the standards and systems relating to the specific RIS, which are: DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), PACS (Picture Archiving and Communication System), HL7 (Health Level Seven). The relevant links of modern RIS are teleradiology and mobile radiology. The authors conclude that the introduction of RIS, HIS and other information systems are reflected in the automation, reduction of possible errors, increase in diagnostic and therapeutic quality, lower costs for materials, the increase in efficiency, saving time and others. *Acta Medica Medianae 2012;51(4):39-46.*

Key words: Radiology Information System, hospital information system, PACS, DICOM, teleradiology, mobile radiology