

Strokovni članek ■

Teleradiologija v Sloveniji

Jernej Lučev, Dejan Dinevski

Izvleček. Temelji za digitalizacijo radiologije z DICOM standardom so bili postavljeni že leta 1983, prvi RIS/PACS sistemi pa so nastali nekaj let kasneje. Prva digitalizacije radiologije v Sloveniji je bila narejena leta 2001 v SB Izola s postavitvijo mini-PACS-a. Istega leta je bila, prav tako v SB Izola, postavljena tudi prva teleradiološka povezava v Sloveniji. Po letu 2005 je bil PACS vpeljan v oba Univerzitetna klinična centra in v večino splošnih bolnišnic. Z digitalizacijo je bil postavljen temelj za vzpostavitev Slovenske teleradiološke mreže, kar bo v prihodnje pripomoglo k optimizaciji dela v vseh medicinskih strokah. Z razvojem informacijskih tehnologij in mobilnih naprav se odpira novo področje teleradiologije, to je teleradiologija na mobilnih napravah. Najnovejše raziskave namreč kažejo na varno uporabo mobilnih naprav za potrebe urgentne radiologije.

Teleradiology in Slovenia

Abstract. Foundations for the digitalisation of radiology were set with the DICOM standard in 1983, followed by the first RIS/PACS systems a few years later. In Slovenia, the first digitalization of radiology was implemented in 2001 in the Izola general hospital with a mini-PACS. Also in 2001, the first teleradiology connection in Slovenia was established in Izola. After 2005, PACS was introduced into both University Medical Centres and into the majority of general hospitals. The digitalisation laid the foundations for establishing the Slovenian teleradiology network, which will result in optimisation of procedures in all branches of medicine. The development of IT and mobile devices has recently opened a new field for teleradiology – teleradiology on mobile devices, which appears to be safe and feasible.

Institucija avtorjev / Author's institution: Univerzitetni klinični center Maribor, Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru.

Kontaktna oseba / Contact person: Jernej Lučev, UKC Maribor, Ljubljanska 5, 2000 Maribor. e-pošta / e-mail: jernej.lucev@gmail.com.

Prejeto / Received: 12.05.2014. Sprejeto / Accepted: 05.06.2014.

■ **Infor Med Slov:** 2014; 19(1-2): 44-54

Uvod

Izredno hiter razvoj računalniške tehnologije v zadnjih desetletjih je doprinesel k izrednim družbenim spremembam. Računalniki so postali del našega vsakdana. Z nekajletno zakasnitvijo je digitalizacija zajela tudi medicinske stroke. Zaradi narave dela je ena prvih medicinskih strok, ki je doživela digitalizacijo, bila prav radiologija.

S standardom DICOM (digital imaging and communications in medicine) so bili temelji za digitalizacijo radiologije postavljeni že leta 1983, vendar je za vzpostavitev prvih RIS/PACS sistemov moralo preteči še nekaj let. V Sloveniji smo prvi mini-PACS (Picture Archive and Communication System) dobili leta 2001. Že leta 2002 pa je bila v Sloveniji postavljena prva teleradiološka povezava.¹

V zadnjih letih je vse več bolnišnic prešlo iz klasičnega slikanja na film na digitalno slikanje in na RIS/PACS, kar je temelj za vzpostavitev slovenske teleradiološke mreže. Pojavljajo pa se problemi integracije in interoperabilnosti sistemov posameznih bolnišnic. Ta problem moramo v prihodnosti rešiti.

Standard DICOM

Ker je temelj vzpostavitve teleradiološke mreže digitalizacija radiologije, je najprej potrebno razjasniti nekaj osnovnih pojmov, povezanih z digitalizacijo radiologije. Temeljni gradnik je vzpostavitev enotnega standarda, ki omogoča komunikacijo med različno strojno in programsko opremo. Takšen standard je na nivoju radiološke diagnostike DICOM.

DICOM je standard za upravljanje, shranjevanje, tiskanje in prenašanje medicinskih slik. Gre za industrijski standard za prenos radioloških slik med računalniki. Slike vsebujejo dodatne podatke o bolniku. Omogoča komunikacijo med diagnostično in terapevtsko opremo različnih proizvajalcev.¹

Razvit je bil zato, da zadovolji potrebe proizvajalcev aparatov za medicinsko slikovno diagnostiko in potrebe uporabnikov, ter da se lahko uporablja na standardnih računalniških omrežjih.²

DICOM vsebuje opis formata zapisa datoteke in opis komunikacijskega protokola za prenos podatkov po omrežju. Omogoča shranjevanje datotek, njihovo obdelavo in tiskanje. Prav tako omogoča prenos podatkov, ki so rezultat slikovne diagnostike. Omogoča digitalno komunikacijo oz. zagotavlja povezljivost med diagnostično in terapevtsko opremo in med sistemi različnih proizvajalcev.¹

DICOM je eden od temeljev digitalizacije radiologije, zato ni nič nenavadnega, da je uporaba tega standarda prav v tej stroki najbolj razširjena. Sicer pa se standard DICOM uporablja v vseh strokah medicine.

Zgodovina standarda DICOM

Leta 1982 so fiziki (American association of physicists in medicine – AAPM) razvili standard, ki je omogočal snemanje slikovnih podatkov na magnetni trak. Slikovne datoteke so pri tem standardu bile sestavljene dvodelno. Prvi del je predstavljal glavo slike (HEADER), ki je vsebovala podatke o bolniku v obliki ključev (TAG), drugi del je predstavljal digitalni zapis slikovne informacije (slika 1). Ta način zapisa predstavlja osnovo tudi za sedanji DICOM protokol.²



Slika 1 Prvi del DICOM formata predstavlja glava slike (HEADER), ki vsebuje podatke o bolniku v obliki ključev (TAG). Drugi del predstavlja digitalni zapis slikovne informacije.

Vedno večje število digitalnih diagnostičnih naprav je leta 1983 spodbudilo ameriško združenje za radiologijo (American College of Radiology – ACR) in nacionalno združenje proizvajalcev elektronskih naprav (National electrical manufacturers association – NEMA) k ugotovitvi, da je nujno potreben enoten standard, ki bo omogočal prenos slikovnih podatkov med napravami in sistemi različnih proizvajalcev. Ustanovili so skupno delovno skupino ACR-NEMA Digital Imaging and Communications Standards Committee.¹

Leta 1983 objavijo prvi standard imenovan Standard ACR-NEMA verzija 1. V ta standard so vključili standard, ki ga razvil AAMP. Leta 1985 je bil standard potrjen.²

Leta 1988 so objavili novo verzijo ACR-NEMA 2.0. Pri tem standardu je težavo predstavljala komunikacija med uporabniki v omrežju. Le-ti so zahtevali, da se komunikacija odvija na omrežjih, ki uporabljajo razširjene protokole. Eden najbolj razširjenih protokolov je še danes TCP/IP protokol.¹

Posledica je bil protokol, ki se uporablja še danes. To je standard ACR-NEMA DICOM oz. DICOM 3.0. Potrjen je bil leta 1992.¹

DICOM 3 je postal standard za prenos medicinskih slik in pridruženih informacij. Standard se neprestano razvija in dopolnjuje. Opisan je v 18 dokumentih, ki predstavljajo povezane, a med seboj neodvisne dokumente.^{1,2}

Digitalizacija radiologije v Sloveniji

Leta 2001 so v SB Izola postavili prvi mini-PACS v Sloveniji³. Istega leta je bila v SB Izola vzpostavljena prva teleradiološka povezava, ki je radiologu omogočala dostop do slik in pisanje izvidov na daljavo preko varne VPN povezave. Leta 2002 so enak sistem prenesli na KOPA Golnik, ki je prav tako dobila mini-PACS, istega leta so vzpostavili še teleradiološko povezavo med SB Izola in KOPA Golnik. Prvo brezžično teleradiološko povezavo so vzpostavili leta 2003 med SB Izola in OB Valdobitola.²

Prvi PACS so leta 2005 dobili v SB Izola, nato istega leta še na OI Ljubljana, leta 2006 še v SB Jesenice.³

Trenutno je PACS vpeljan v SB Izola, SB Jesenice, OI Ljubljana, SB Ptuj, KOPA Golnik, ZD Ljubljana, ZD Postojna, UKC Maribor, UKC Ljubljana, Bolnišnici Topolšica in SB Slovenj Gradec.

Temeljni gradniki digitalnega sistema v radiologiji

Pri digitalizaciji v radiologiji je potrebno zagotoviti uspešno komunikacijo med različnimi sistemi znotraj bolnišnice. Ko bolnik prispe na preiskavo, se ga vnese v HIS (hospitalni informacijski sistem), ki je hrbtenica informacijskega sistema vsake bolnišnice. Iz HIS-a se bolnika prenese v RIS

(radiološki informacijski sistem). V njem se nadzoruje termine preiskav in sledi diagnostičnemu postopku. Iz RIS-a se pošljejo podatki na modalitete (aparate), kjer se preiskava opravi. Pridobljena slika se nato pošlje v PACS, v RIS-u se obravnava obračuna in sprosti za pisanje izvida. Izvid se nato napiše v RIS-u. Ko se izvid avtorizira, se samodejno kopira v HIS.

HIS

HIS je temelj medicinskega informacijskega sistema vsake bolnišnice. V njem poteka registracija, naročanje in shranjevanje podatkov bolnika. Vse informacije iz ostalih sistemov so vedno zbrane in vidne preko HIS-a. HIS je informacijsko središče in vsi ostali sistemi so povezani centralno na njega. Sistem ADT (admissions, discharges, transfers) znotraj HIS-a skrbi za demografske podatke bolnika, shranjuje vse obiske bolnika v bolnišnici, itd⁶.

RIS

RIS je sistem, ki skrbi za obdelavo bolnikovih podatkov, ko je ta na obravnavi na radiološkem oddelku. Nadzoruje termine preiskav in sledi diagnostičnim procesom. Prav tako skrbi za shranjevanje izvidov. Ko je bolnikova preiskava zaključena, sistem poskrbi za obračun storitev, ki so bile opravljene. Pri preiskavi se demografski podatki vključijo na sliko in tako dobimo DICOM format.⁶ RIS je tesno povezan s PACS-om.¹

Modalitete

Pri modalitetah gre za naprave, ki digitalno pridobijo sliko bolnikovih preiskav. Gre za klasične RTG aparate, CT in MRI aparate ter UZ aparate. Proces poteka preko RIS-a, kjer se tvori delovni seznam, ki se nato pošlje na modaliteto. Ko se preiskava opravi in ko dobimo sliko, se le-to pošlje v PACS.⁶

PACS

PACS je sistem za arhiviranje in komunikacijo slikovnega materiala. Sestavljajo ga sprejem (Receives), pošiljanje (Transmits), prikazovanje (Display) in arhiviranje (Archives).⁶

Vsaka preiskava mora biti preverjena s strani RIS-a. To pomeni, da se mora naročilo preiskave ujemati s podatki, ki so dobljeni iz modalitet.⁶

Sistem skrbi za shranjevanje, iskanje, prenašanje, upravljanje, distribucijo in predstavitev medicinskih slik. Standard, ki se uporablja v PACS-u, je DICOM.¹

PACS sestavljajo:

- slikovne naprave,
- varno omrežje,
- delovne postaje,
- arhiv.

Komunikacija s strežnikom PACS poteka preko DICOM sporočil, ki so podobna DICOM glavi slike (HEADER), vendar imajo drugačne lastnosti. Poizvedba (C-FIND) poteka po naslednjem vrstnem redu:⁷

- Klient vzpostavi omrežno povezavo s strežnikom PACS.
- Klient pripravi C-FIND sporočilo za zahtevek. To sporočilo je seznam DICOM atributov.
- Klient izpolni C-FIND sporočilo za zahtevek s ključi, ki se morajo ujemati. Na primer, da se bolnikov atribut za ID izpolni z bolnikovim ID.
- Klient ustvarja prazne (zero length) attribute za vse attribute, ki jih želi prejeti od strežnika.
- Sporočilo zahtevka C-FIND se pošlje na strežnik.

- Strežnik pošlje odjemalcu nazaj seznam C-FIND odzivnih sporočil, od katerih je vsak tudi seznam DICOM atributov.
- Klient izvleče attribute, ki ga zanimajo, iz odzivnih sporočil.

Slike se nato iz PACS strežnika prenesejo bodisi preko C-MOVE bodisi preko C-GET zahteve z uporabo DICOM mrežnega protokola (DICOM Network Protocol). Prenesejo se lahko podatki na nivoju preiskave, serije ali slike. Zahteva C-MOVE določa, kam bi morali biti pridobljeni podatki poslani (z uporabo posebnih C-STORE sporočil na eni ali več ločenih povezavah) z identifikacijo, znano pod imenom Destination Application Entity Title (AE naslov). Za nemoteno delovanje C-MOVE je potrebno, da je strežnik konfiguriran za preslikavo (mapiranje) AE naslova na TCP/IP naslov in vrata (port). Posledica tega je, da mora strežnik vnaprej poznati vse AE naslove, iz katerih bodo kadarkoli poslani prošnje za pošiljanje slik.⁷

Po drugi strani pa C-GET izvaja C-STORE operacijo preko iste povezave, kot pošilja zahtevek. Posledica tega je, da strežniku ni potrebno poznati vseh TCP/IP naslovov in vrat klientov. Tako lahko lažje deluje preko požarnih zidov. C-MOVE se najpogosteje uporablja znotraj nekega sistema (na primer v eni ustanovi), medtem ko je C-GET bolj praktičen za uporabo med različnimi sistemi (na primer med različnimi ustanovami).^{7,8}

Prednosti PACS-a pred klasičnim medicinskim slikanjem so:

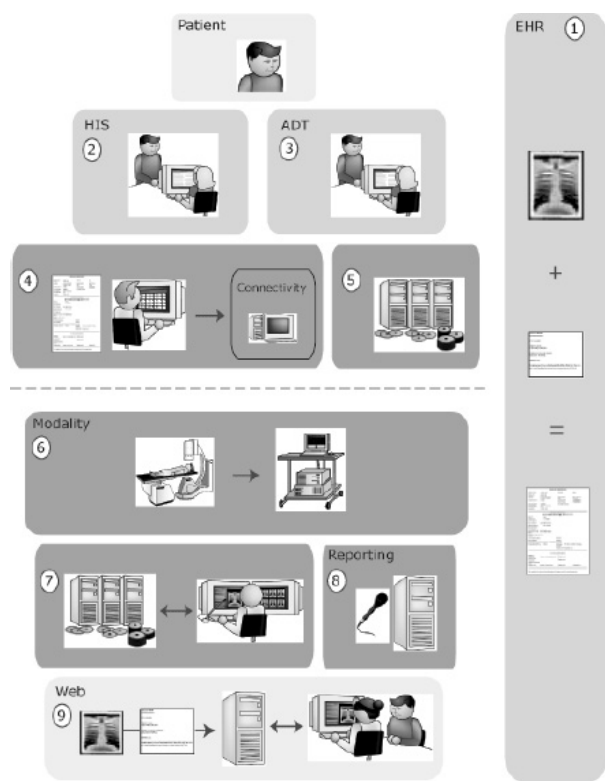
- nadomeščanje klasičnih arhivov,
- omogočanje oddaljenega dostopa (teleradiologija),
- zagotavljanje integracijske platforme za digitalne slike,
- upravljanje radiološkega delovnega procesa.

Vnos oz. pisanje izvidov je možno opraviti ročno ali preko programa za prepoznavo glasu.

Vmesna komponenta (middleware)

Vmesna komponenta je komponenta, ki povezuje HIS, RIS, modalitete in PACS sistem. Povezuje bolnika in bolnikove podatke s slikami. Omogoča pretvorbo HL7 protokola v DICOM in obratno.⁶

Glavni namen vmesne komponente je, da podatke iz enega sistema, kot je HIS, prevede v obliko, razumljivo oziroma primerno za drug sistem, na primer za RIS ali modaliteto. Skrbi za pretok podatkov (workflow) HIS/RIS/PACS/modaliteta, tako da poveže bolnika in podatke o preiskavi s slikami, posreduje delovni seznam modalitetam, prikazuje rezultate preko spletnih klientov (delovne postaje), sproži spajanje in usmerjanje na PACS-u. Vmesna komponenta dosega to z mapiranjem podatkov. Mapiranje pove vmesni komponenti, na kakšen način mora prevesti vstopna in izstopna sporočila za zunanje sisteme. Na ta način se zagotovi izmenljivost podatkov med različnimi sistemi.



Slika 2 Informacijska shema sistema HIS/RIS in PACS-a:⁶ (1-5) v zgornjem delu je prikazana obdelava demografskih podatkov pri naročanju bolnika; (6-9) v spodnjem delu je prikazano slikanje bolnika in pisanje izvidov.

Teleradiologija

Teleradiologija je prenos radioloških slik in z njimi povezanih podatkov o bolniku iz mesta, kjer je bila preiskava narejena, na kraj, ki je geografsko oddaljen od mesta opravljanja preiskave. Pri tem lahko gre za prenos slik za primarno interpretacijo slik in za pisanje izvidov ali pa za pošiljanje slik že interpretiranih preiskav za potrebe drugega mnenja, za raziskovalne ter izobraževalne namene in podobno.⁸ Evropsko združenje radiologov (ESR) je pred kratkim izdalo mnenje o vzpostavitvi teleradiološke mreže predvsem za namene zagotavljanja 24-urnega zdravstvenega varstva, predvsem na področjih, kjer je zaradi pomanjkanja radiologov le-to oteženo⁹.

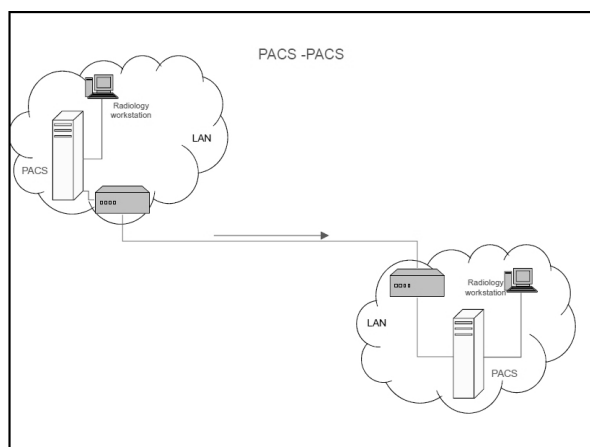
Zaradi popolne digitalizacije radioloških sistemov tehničnih omejitev za vzpostavitev teleradioloških mrež praktično ni več.

DICOM mrežni protokoli se široko uporabljajo za ogled radioloških slik s pomočjo PACS sistemov. DICOM, ki je, kot smo že povedali, komunikacijski protokol za medicinske slike, se prav tako uporablja v teleradiologiji. Pri teleradiologiji gre za radiologijo na daljavo, kjer se radiološke slike pošiljajo iz ene lokacije na drugo¹⁰. Pri tem lahko gre za prenos slik med PACS-i ali pa za prenos med PACS-om in teleradiološkim strežnikom (TR-server). O teleradiologiji govorimo tudi, kadar radiolog preko oddaljenega računalnika dostopa do PACS-a.

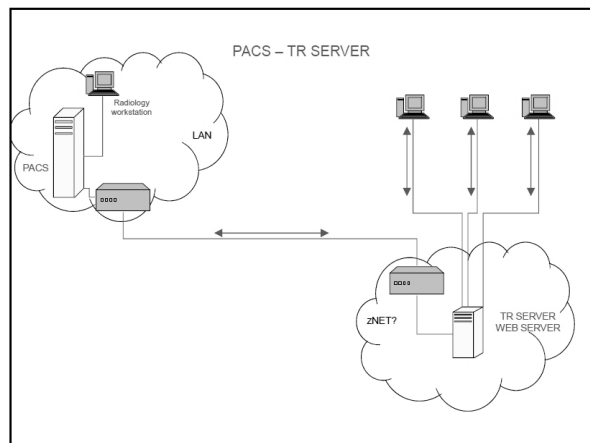
Potencial teleradiologije je velik predvsem na področju zagotavljanja kvalitetnejše zdravstvene oskrbe prebivalstva, saj omogoča subspecialistično obravnavo tudi na geografsko bolj oddaljenih območjih.^{11, 12} Hkrati teleradiologija omogoča bolj fleksibilne delovne procese, pravočasno dostopnost do radioloških slik, posvetovanje in interpretacijo slik v primernem času, radiološko konzultacijo v bolnišnicah brez lastne radiološke podpore, pospeši interpretacije v nujnih primerih, omogoča distribucijo izvidov in slik naročnikom in izvajalcem ter izboljša možnosti usposabljanja in izobraževanja.⁴ Prav tako pripomore k optimizaciji delovnega procesa, premostitvi kadrovskih primanjkljajev, povečanju produktivnosti in finančni optimizaciji.⁵

Teleradiologija brez urgence lahko poteka po dveh scenarijih:

- PACS/PACS ali
- PACS/TR-strežnik.



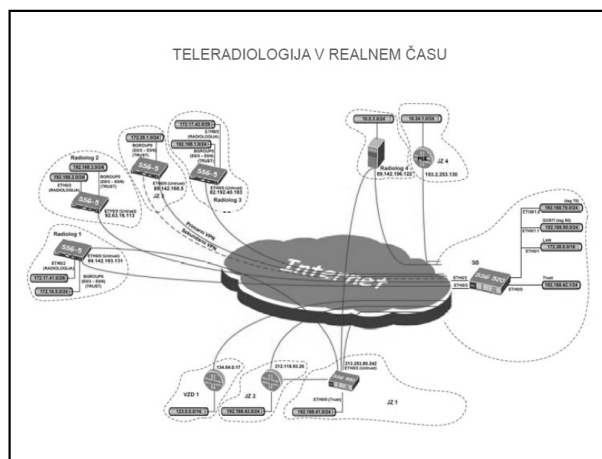
Slika 3 Scenarij PACS/PACS⁴.



Slika 4 Scenarij PACS/TR-strežnik.⁴

Pri teh dveh scenarijih teleradiologija ne poteka v realnem času, saj ni neposrednega dostopanja do radioloških slik. V primeru PACS/PACS gre za povezavo dveh PACS sistemov, pri katerem je potrebno posamezno preiskavo iz enega PACS sistema poslati v drug PACS sistem. Pri tem je potreben predhodni dogovor o pošiljanju preiskave iz enega sistema v drugega, za kar pa je potreben čas. Pri scenariju PACS/TR-strežnik je podobno. V tem primeru je potrebno iz PACS sistema preiskavo poslati na TR-strežnik, od koder lahko nato uporabniki dostopajo do preiskav. Pri obeh sistemih tako ni možen neposredni dostop do preiskave, kar podaljša čas potreben za interpretacijo radioloških slik. Tak način prenosa zaradi svoje narave ni primeren za potrebe urgentne radiologije.

V urgentnih situacijah je potrebna teleradiologija v realnem času. V tem primeru radiolog preko oddaljenega računalnika dostopa direktno do PACS-a preko varne VPN povezave.⁴



Slika 4 Scenarij teleradiologije v urgentnih situacijah.⁴

Za vse opisane scenarije je seveda potrebno zagotoviti ustrezno infrastrukturo, ki omogoča zadostne hitrosti prenosa. Glede na občutljivost podatkov, ki se pošiljajo, je prav tako pomembna ustrezna zaščita.

Težave pri vzpostavitvi teleradiološke mreže

Težav pri vzpostavitvi teleradiološke mreže je več. Med njimi izstopajo:

- ustrezna programska oprema, ki bi zagotavljala povezavo med PACS-i;
- vzpostavitev povezave med različnimi omrežji;
- zagotavljanje varnosti podatkov in požarne pregrade;
- standardi;
- administrativne in zakonske ovire, ki upočasnjujejo izpeljavo konkretnih projektov (financiranje, varstvo osebnih podatkov ipd.).

Potrebno je omeniti, da do leta 2006 v Sloveniji še ni bilo standarda za teleradiologijo. Prva verzija takšnega standarda je šla v javno obravnavo na radiološke oddelke po Sloveniji. Leta 2007 je nato razširjeni strokovni kolegij za radiologijo sprejel teleradiološki standard, ki je postal temelj za realizacijo teleradiološkega projekta. Imenuje se Slovenski standard za teleradiologijo verzija 2.3 in temelji na ameriškem teleradiološkem standardu ACR Technical Standard for Teleradiology.³

Kot že omenjeno, se v radiologiji uporablja standard DICOM. Poleg tradicionalnih DICOM omrežnih storitev, kot sta prej omenjena C-MOVE in C-GET, se zlasti za uporabo med različnimi sistemi, torej v teleradiologiji, uporablja druge protokole, kot so na primer WADO, WADO-WS in WADO-RS (Web Access to DICOM Objects)⁷.

WADO je standard, ki omogoča pošiljanje slik in poročil preko spleta. Je spletno zasnovana storitev za ocenjevanje in predstavitev DICOM elementov. Namenjena je izmenjavi slik med strokovnjaki iz zdravstva. Ne ruši arhitekture PACS sistema in tako omogoča nemoteno izmenjavo med različnimi PACS sistemi. Dostop do DICOM elementov je enostaven in poteka preko HTML strani ali XML dokumentov preko HTTP/HTTPS protokolov z uporabo DICOM UIs (Unique Identifiers).^{5,7}

V teleradiologiji se uporablja tudi t.i. protokol Streaming. Omogoča pošiljanje DICOM elementov preko JPIP (JPEG2000 Interactive Protocol). Zagotavlja zadovoljivo hitrost prenosa preko različnih pasovnih širin. Prednost takšnega protokola je, da ga lahko uporablja praktično vsak uporabnik. JPIP predstavi le del slike, ki ga uporabnik zahteva. Podatki, ki prihajajo v blokih, pa omogočajo, da se med samim ogledovanjem slike le-ta izboljšuje.⁵

Ne smemo zanemariti še dveh protokolov, ki ju je predlagala pobuda IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) in se prav tako lahko uporabljata v teleradiologiji. To sta XDS (IHE Cross Enterprise Document Sharing) in XDS-I. XDS je sklop tehničnih in praktičnih pravil, ki

omogočajo pošiljanje dokumentov navzkrižno preko različnih domen. Od preteklih pristopov se razlikuje po tem, da poskuša premagati implementacijske težave z ločevanjem logičnega indeksiranja podatkov (meta-podatki) od dejanske vsebine. To omogoča XDS, da podpira široko paleto dokumentov. Prav tako omogoča izvoz XDS funkcij na že obstoječe sisteme na relativno enostaven način, saj omogoča uporabo že obstoječih izhodnih formatov, kot so CDA, PDF, DICOM in JPEG. Za pošiljanje uporablja že uveljavljene standarde, kot sta HTTP in ebXML. Je izredno primeren za reševanje interoperativnih težav, ki so posledica različnih IT sistemov med posameznimi bolnišnicami in znotraj njih.⁵

Odprtokodni sistemi

V zadnjih letih smo lahko bili priča zelo hitremu razvoju samostojnih informacijskih sistemov v zdravstvu, ki so postali osamljeni otoki informacij, ki ne morejo učinkovito pošiljati ali prejemati podatkov. Za prihodnost zdravstva je izredno pomembno, da se najde rešitev, kako takšne izolirane sisteme povezati. Ključni besedi sta integracija in interoperabilnost.⁹

Integracija pomeni, da sistemi lahko med seboj komunicirajo in si posredujejo podatke. Pri tem po navadi uporabljajo standardne protokole. Interoperabilnost je širši pojem in pomeni, da sistemi, ob komunikaciji, med seboj tudi sodelujejo.¹³

Odprtokodni sistemi imajo pri teh procesih zelo velik pomen. Pri dosedanjih uspešnih odprtokodnih projektih razvoja programske opreme so se izkazale naslednje možne prednosti:

- večja varnost,
- večja zanesljivost,
- boljša interoperabilnost,
- robustnost in prilagodljivost,
- višja kakovost,

- višja hitrost razvoja,
- manjši posredni stroški.¹⁴

Pomembno je tudi dejstvo, da pri odprtokodnih sistemih bolnišnice ne postanejo "talci" velikih korporacij (cenejši stroški vzdrževanja in hitrejša odpravljanje programskih napak), prav tako sistem ni ogrožen v primeru, če dobavitelj programske opreme propade.¹³

Primer odprtakodne rešitve

Open three (O3) Consortium je globalni projekt s središčem v Trstu. Cilj tega projekta je uveljavitev odprtakodnih sistemov v zdravstvenih sistemih. Njihova politika ne temelji zgolj na odprtakodnih sistemih – zagotavljajo tudi odprte standarde in odprte vmesnike.

Dva glavna produkta, ki jih ponujajo, sta O3-DPACS in O3-RWS. Pri O3-DPACS gre za PACS, ki je Java J2EE aplikacija. Realiziran je bil kot modularna zbirka storitev.¹³ Za klinične podatke, signale in slike uporablja standard DICOM, za administrativne podatke pa protokol HL7.¹³ O3-RWS je program, ki omogoča ogledovanje slik in njihovo obdelavo. Gre za t.i. DICOM Viewer in PACS Client.¹³

Teleradiologija na mobilnih napravah

Uporaba mobilnih naprav je povsem spremenila naš način komuniciranja, interakcije, zabave in organiziranja življenja. Ker zdravstvo, še zlasti radiologija, postaja vse bolj digitalna, se postavlja vprašanje vpeljave prenosnih naprav v vsakdanjo prakso.

V svetu se teleradiologija počasi, a vztrajno razvija in postaja splošno sprejeta tako s strani radiologov kot s strani drugih zdravnikov specialistov.^{14,15} Predvsem se izpostavlja hitrejša oziroma pravočasno poročanje izvida, kar izboljša oskrbo in varstvo bolnikov.

Žal obstajajo zapletene pravne ovire, ki upočasnjujejo vpeljavo nečesa, kar je s tehnološkega vidika že danes izvedljivo. Raziskave so namreč dokazale, da se kakovost slike nekaterih mobilnih naprav ne razlikuje od kakovosti slike stacionarnih delovnih postaj. Prav tako obstaja strojna in programska oprema, ki zadostuje vsem diagnostičnim standardom, ki so potrebni za interpretacijo različnih slikovnih preiskav. Nenazadnje so nove tehnologije omogočile tudi dovolj hiter brezžični prenos podatkov, kar omogoča neposreden dostop do opravljenih preiskav in njihovo interpretacijo.¹⁶

Glavna značilnost mobilnih naprav je njihova prenosnost, ki je posledica njihove majhnosti. Tako je njihova glavna prednost hkrati tudi njihova največja pomanjkljivost. Za dobro interpretacijo radioloških preiskav so potrebni veliki monitorji z visoko ločljivostjo, tega pa nam mobilne naprave ne morejo zagotoviti. Zato so mobilne naprave za interpretacijo preiskav pri radiologih nepriljubljene. Vsekakor je potreben razmislek, v katerih primerih prenosnost odtehta slabosti majhnega zaslona.

Nedavno je raziskava na 149 bolnikih, ki so imeli opravljen CT glave zaradi suma akutne možganske kapi, ugotovila, da imajo mobilne naprave v primerjavi s klasičnimi diagnostičnimi monitorji pri CT glave za ugotavljanje možganske kapi enako občutljivost z enako specifičnostjo.¹⁷

V eni od raziskav so primerjali 88 CT in MR preiskav, ki so bile opravljene v času dežurne službe, ko se opravljajo urgentne preiskave. Ugotovili so, da je stopnja neskladja med izvidi z mobilnih naprav in izvidi s klasičnih diagnostičnih zaslonov 3% za pomembnejše ugotovitve in 5% za manj pomembne ugotovitve. Zaključili so, da se lahko mobilne naprave varno uporabljajo kot orodje za pregledovanje CT in MR v času dežurne službe, kjer se opravljajo urgentne preiskave.¹⁸

V raziskavi, kjer so analizirali 134 urgentnih CT glave in je bil zastopan širok spekter patologij (krvavitve, ishemične spremembe, tumorji idr.), so

ugotovili, da ni bila spregledana nobena akutna patološka sprememba.¹⁹

Prve raziskave tako kažejo, da je uporaba mobilnih naprav v urgentni radiologiji dovolj zanesljiva in varna že danes. Ob pomanjkanju radiologov bi bilo vsekakor smotno razmisliti o vpeljavi mobilnih naprav v urgentno radiologijo, kjer je bistvenega pomena hitrost pridobivanja informacij o bolniku. Na ta način bi radiolog lahko ne glede na svojo lokacijo hitro dostopal do slikovnih preiskav in kliničnemu zdravniku neposredno podal informacijo o bolniku. Takšna praksa bi skrajšala čas, potreben za obravnavo bolnika, in hkrati izboljšala njegovo varnost in preživetje.

Zaključek

Teleradiologija postaja vsak dan bolj integrirana v vsakdanje radiološko delo. Ekonomske prednosti v kombinaciji z razvojem informacijskih tehnologij so vzrok, da je teleradiologija vse bolj privlačna. Kljub temu pa je potrebno pred vzpostavitvijo teleradiološke mreže, ki pokriva večje področje, in vpeljavo rutinske uporabe razrešiti precej tehničnih, pravnih in organizacijskih težav.

V zadnjih letih smo v Sloveniji naredili nekaj velikih korakov na področju digitalizacije radiologije. Zamujamo pa na področju vzpostavitve teleradiološke mreže.

Večina bolnišnic je na razpisih izbrala istega ponudnika, kar bi sicer lahko olajšalo integracijo RIS/PACS sistemov posameznih bolnišnic. Ostaja pa vprašanje interoperabilnosti, saj je znano, da so odprtokodni sistemi na tem področju v splošnem uspešnejši.

Literatura

- Kebe A: *Informatizacija in digitalizacija slovenskega zdravstva (diplomsko delo)*. Ljubljana 2010: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.
- Ministrstvo za zdravje: *SB Izola – teleradiologija: Strategija e-Zdravje 2010 že daje prve rezultate*. Ljubljana 2007: Republika Slovenija, Ministrstvo za zdravje.
http://www.mz.gov.si/si/medijsko_sredisce/novica/select/porocilo_za_javnost/article/698/5395/770a7575e2a9f894fa76e4ea1ea96f19/
- Cvetičanin B, Marušič D: *Telmedicina – SB Izola – Digitalizacija radiologije in teleradiološke povezave slovenskih bolnišnic*. Izola 2008: Splošna bolnišnice Izola.
<http://www.planetgv.si/upload/htmlarea/files/CveticaninB.pdf>
- Cvetičanin B, Vejnovič S: Koncept teleradiologije v Sloveniji. *Infor Med Slov* 2010; 15(Supl): 19-20.
- Poli A, Dinevski D: Standardi in priporočila za teleradiološke informacijske sisteme. *Infor Med Slov* 2010; 15(Supl): 23-24.
- Polanec B, Pirnat M: *Informacijski sistemi v zdravstvu na nivoju EU, Slovenije in UKC Maribor (seminarska naloga)*. Maribor 2010: Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta.
- Choplin R: Picture archiving and communication systems: an overview. *Radiographics* 1992; 12:127-129.
- Pinto dos Santos D, Hempel JM, Kloeckner R, Düber C, Mildenerberger P: Teleradiology – update 2014. *Radiologe* 2014; 54(5): 487-490.
- European Society of Radiology (ESR): ESR white paper on teleradiology: an update from the teleradiology subgroup. *Insights Imaging* 2014; 5: 1-8.
- DICOM Standards Committee: *Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM), Supplement 54: DICOM MIME Type*. Rosslyn 2002: American College of Radiology and National Electrical Manufacturers Association.
ftp://medical.nema.org/MEDICAL/Dicom/Final/su57_ft.pdf
- Rosenberg C, Kroos K, Rosenberg B, Hosten N, Flessa S: Teleradiology from the provider's perspective – cost analysis for a mid-size university hospital. *Eur Radiol* 2013; 23: 2197-2205.
- Rosenberg C, Langner S, Rosenberg B, Hosten N: Medical and legal aspects of teleradiology in Germany. *Rofo* 2011; 183(9): 804-811.
- Dinevski D, Poli A: Integracija in interoperabilnost sistemov e-Zdravja z odprtokodnim pristopom ter primer teleradiološkega sistema. *Infor Med Slov* 2010; 15(Supl): 21-22.
- Lewis RS, Sunshine JH, Bhargavan M: Radiology practices' use of external off-hours teleradiology services in 2007 and changes since 2003. *Am J Roentgenol* 2009; 193: 1333-1339.

15. Gourtsoyiannis N, McCall IW, Silberman B:
Teleradiology in the European Union – white paper.
Vienna 2006: European society of radiology.
http://www.myesr.org/html/img/pool/ESR_2006_VI_I_Telerad_Summary_Web.pdf
16. Sridhar GP, Arjun K: Radiology and the mobile device: Radiology in motion. *Indian J Radiol Imaging* 2012; 22(4): 246-250.
17. Garcia FG, Criado JM, Roch C, Padial JH, Pastrana M, Crespo JS: iPad 2 and iPhone 4: Is it feasible to assess acute stroke using an apple mobile device? RSNA 2011.
<http://archive.rsna.org/2011/11012041.html>
18. John S, Poh A, Lee Y, Chong LR, Chan E, Lim CT: How good is the iPad for on-call radiology review? Auditing discrepancy in CT and MRI reporting. RSNA 2011.
<http://archive.rsna.org/2011/11013525.html>
19. Shreter R, Rozenberg R, Eran A, et al.: The utility of tablet computer technology for the on call interpretation of brain CT. RSNA 2011.
<http://archive.rsna.org/2011/11004992.html>