Teleradiologija

Križić, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:176:119951

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilišni odjel zdravstvenih studija
SVEUČILIŠTE U SPLITU

Repository / Repozitorij:

Repository of the University Department for Health Studies, University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
Podružnica
SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA
PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

Ivana Križić

TELERADIOLOGIJA

Završni rad

Split, 2015.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
Podružnica
SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA
PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

Ivana Križić

TELERADIOLOGIJA
TELERADIOLOGY

Z*avršni rad / *Bachelor thesis

Mentor:
mag. med. rad. Frane Mihanović, v. predavač

Split, 2015.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. CILJ RADA 2

3. POVIJEST TELERADIOLOGIJE 3

4. RAZVOJ DIGITALNE RADIOLOGIJE 4

4.1. INFORMACIJSKO TELEKOMUNIKACIJSKA POZADINA 6

4.1.1. INFORMACIJSKI SUSTAVI U TELERADIOLOGIJI 7

4.2. DICOM 10

4.2.1. KOMPRESIJA SLIKE 11

4.2.2. DICOM KOMUNIKACIJA 12

4.3. PRINCIP RADA TELERADIOLOGIJE 14

4.4. TELERADIOLOGIJA NA MOBITELU 16

4.5. TELERADIOLOGIJA U SVIJETU 18

4.6. TELERADIOLOGIJA U HRVATSKOJ 20

4.7. USPJEŠNOST TELRADIOLOGIJE 21

4.7.1. BUDĆNOST U TELERADIOLOGIJI 23

4.7.2. PRAVNO- ETIČKA PITANJA 24

4.7.3. SIGURNOST 24

4.7.4. EDUKACIJA 26

5. RASPRAVA 27

6. ZAKLJUČAK 28

7. SAŽETAK 29

8. SUMMARY 30

9. LITERATURA 31

10. ŽIVOTOPIS 33

1. UVOD

Teleradiologija je jedna od najvažnijih razvijenih, ujedno i najzastupljenijih grana telemedicine. American College of Radiology (ACR) definirao je teleradiologiju kao elektronički prijenos radioloških slika s jednog mjesta na drugo u svrhu tumačenja ili konzultacije, u svrhu dijeljenja informacija, edukacije, te u konačnici radi postavljanja dijagnoze. Teleradiologija obuhvaća prijenos radiološke slike sa raznih dijagnostičkih modaliteta, uz uvjet da su usklađeni sa DICOM standardom. Digitalizacija radiološkog odjela nužan i neophodan preduvjet za razvoj teleradiologije. Utemeljena je na digitalnoj obradi, skladištenju i prijenosu slika. Tijekom godina proteklog stoljeća, računalo i telekomunikacijske usluge svojom su prisutnošću ubrzali i poboljšali niz aktivnosti u teleradiologiji, fokus je stavljen na sve brži prijenos i veći kapacitet, pouzdaniji prikaz, te pouzdanu i sigurnu komunikaciju, povećanu i funkcionalnu arhivu (PACS). Još uvijek se nastoje riješiti pravna pitanja vezana uz odgovornost liječnika. Nabava nove opreme, umrežavanje radiološkog odjela, integracija informacijskih sustava (RIS, BIS) i standardizacija potrebni su u cilju sadašnje i buduće kompatibilnosti i komunikacije. Prijenos digitalne informacije omogućen je preko modema, ISDN-a, te bežičnim vezama. Danas je teleradiologija postala važna komponenta radiološke prakse koju se svakodnevno nadograđuje, posebice na polju zaštite i sigurnosti i u tom sektoru se traži stalna edukacija i istraživački rad. Prvobitni cilj teleradiologije je učiniti radiološke preglede pristupačnim u izoliranim, ruralnim područjima, te u zdravstvenim ustanovama u kojima vlada nedostatak radiologa. Teleradiologija predstavlja alternativu uobičajenom susretu licem u lice kao što to imamo kod pacijenta i liječnika, nadilazi prostorne i vremenske granice u pružanju zdravstvene zaštite, prije svega osigurava lakši pristup rendgenskim slikama, te njihovu interpretaciju. Teleradiologija je dio novog doba u razvoju radiologije koja traži cijelo životno obrazovanje, obnavljanje znanja, stručnost, upravljanje i planiranje. Radiološke informacije danas preko teleradiologije postaju dostupne u našim domovima, na mobitelima, u zemljama diljem svijeta. Teleradiologija je metoda moderne komunikacije gdje se prevaljuje geografska udaljenost između pružatelja i primatelja usluga kako bi se postavila prava dijagnoza i pronašao pravi način liječenja pacijenta, što je u konačnici najvažnija uloga teleradiologije.

2. CILJ RADA

Prikazati osnovni princip rada teleradiologije u svijetu i u Republici Hrvatskoj. Opisati koji su načini prijenosa digitalne informacije putem mreže. Razvitak teleradiologije od njenih početaka do danas. Teleradiologija je usko povezana s razvojem informacijskih i telekomunikacijskih tehnologija. Preduvjet za teleradiologiju je digitalizacija odjela radiologije, potrebno je razumjeti sve ključne procese u digitalizaciji. Bit će objašnjena njihova osnovna obilježja i funkcionalnosti. Dat je pregled vezan uz sigurnost i zaštitu medicinske dokumentacije pacijenta, te osnovni nedostatci i prednosti teleradiologije. Prikazana je teleradiologija danas, te budući ciljevi i zahtjevi.

Cilj ovog završnog rada je prikazati:

1. Pozadinu razvoja teleradiologije
2. Princip rada teleradiologije
3. Trenutno stanje u svijetu i u Hrvatskoj
4. Uspješnost teleradiologije
5. Ciljevi u budućnosti

3. POVIJEST TELERADIOLOGIJE

Nekoliko važnih događaja utjecalo je na razvoj teleradiologije. Vezana je uz pojavu telefona, razvitak računala, kao i opsežnih istraživanja i eksperimenata rađenih na području telekomunikacijske i informacijske tehnologije. Američka se vojska osamdesetih godina 20. stoljeća udružila s NEMA (*engl. National Electric Manufacturers Association*) kako bi stvorili standard za digitalnu pohranu medicinskih podataka. Stvoren je standard (ACR/NEMA300) koji je imao problema i ograničenja koja nisu dovela do usvajanja standarda od strane proizvođača. Osamdesetih godina nastaje i digitalna arhiva PACS. 1988. godine stvorena je druga, kvalitetnija verzija standarda naziva ACR/NEMA V2.0. Prijenos je bio jako spor i mogla se dijeliti samo jedna slika, u to vrijeme jako niske kvalitete kontrasta i rezolucije. Ovakva verzija nije bila praktična za rad unutar zdravstvene ustanove. Nova verzija 1993. godine obnovila je i preimenovala standard za komunikaciju u DICOM. Ovo izdanje standarda teleradiologiju je učinilo mogućom. Veza se 1994. godine sastojala od četiri govorne telefonske linije koje daju brzinu prijenosa manje od 40 kbit/s. Prijenos je trajao 2-5 minuta. Do danas je DICOM standard doživio mnoge izmjene, DICOM 3.0 standard danas je u primjeni u bolnicama, hitnoj službi, drugim ustanovama, kod kuće, na mobitelima. Uvođenjem digitalnih umjesto analognih uređaja promijenio se način rada u radiologiji. Povijest teleradiologije je duga gotovo pola stoljeća, a svoj današnji izgled može zahvaliti stalnom napretku tehnologije. Danas se i dalje razvija, u posljednjih nekoliko godina došlo je do hardverske i softverske revolucije, razvoj se nastavlja u smjeru minijaturizacije i standardizacije mikročip (*engl. Microchip*) tehnologije. Kombinacijom izravnog digitalnog snimanja uz digitalno arhiviranje slika i kombinacijom sustava za prijenos podataka, prijenosne metode znatno su lakše nego ikada do sad.

4. RAZVOJ DIGITALNE RADIOLOGIJE

Glavni preduvjet razvoju teleradiologije je digitalizacija odjela radiologije. Primarni cilj digitalizacije je napredak unutar medicine i radiologije. Ubrzano razvijanje radiologije, ali i ostalih medicinskih grana usko je povezano uz napredak u računalnim i informacijskim tehnologijama. Poboljšanje hardvera, softvera i novijih računalnih metoda, velike izmjene u načinu umrežavanja, pohrane i prikaza u potpunosti su promijenili radiologiju. Radiologija kao važna grana medicine utemeljena je na velikom otkriću njemačkog fizičara Wilhelma Conrada Roentgena koji je 1895. godine otkrio rendgenske zrake. Od samog početka, usporedno tehnološkom razvoju, razvijala se i radiologija. Radiološke slike nastaju prolaskom rendgenskih zraka kroz snimani dio tijela te padaju na receptor slike. Najpoznatiji receptor slike je rendgenski film. Rendgenski film je medij za prikupljanje, prikazivanje informacije koja nastaje kada rendgenske zrake prođu kroz određeni dio tijela. Način pohrane, interpretacija ovakve rendgenske slike ne čini ju dostupnu svima, ograničena je na ustanovu u kojoj se nalazi, iako ima izrazitu kvalitetu. Prostorna rezolucija konvencionalnog rendgenskog filma još uvijek se nastoji nadmašiti, poboljšanja u detektorskim sustavima sve više sustižu rezoluciju film/folija sustava. Problem vezan uz rendgensku sliku na filmu je analiza samo na negatoskopu uz moguće povećanje osvjetljenja, već spomenuti problem nemogućnosti dodatne analize ograničene na mali broj liječnika koji se moraju nalaziti na istom mjestu, ne može se dodatno obrađivati nakon procesa razvijanja. Velike i nepregledne arhive, koje zauzimaju mnogo fizičkog prostora, zahtijevaju optimalne uvijete vlažnosti i temperature o čemu se mora voditi računa da slika ne bi izgubila dijagnostičku kvalitetu. Prva demonstracija rendgenskog snimanja kao i prva povijesna rendgenska slika nastala je na staklenoj fotografskoj ploči. Sve ovo vrijeme, od prve snimke pa do danas, radiološka dijagnostika oslanjala se na slikovni prikaz zabilježen na fotomaterijalu. Više od 100 godina prošlo je od kad je Roentgen otkrio rendgenske zrake. Medicinska obrada i nastajanje slike doživjela je dramatične promjene, tražile su se bolje i učinkovitije zamjene. Razvojem računala stvorio se prostor za zamjenu rendgenskog filma. Digitalizacija radioloških odjela je postupak prelaska sa analognih na digitalne metode pohrane, ispisa i prikaza radioloških slika.

Postupak se odnosi na digitalizaciju analognih uređaja i uvođenjem informacijskog sustava za pohranu, prijenos, ispis i prikaz radioloških slika RIS (*engl. Radiology Information System*) i PACS (*engl. Picture Archiving and Communication System*). Digitalna radiografija zamijenila je film detektorima. Digitalni detektori imaju veću osjetljivost na rendgensko zračenje. Dijagnostički digitalni uređaji stvaraju digitalnu sliku pomoću digitalne obrade izlaznog signala. Prednost digitalnih metoda su manipulacija, dostupnost na bilo kojoj lokaciji, naknadna obrada, mogućnost analize za veći broj liječnika. Uvođenjem informacijskih sustava u zdravstvo postignuta je veća dijagnostička točnost, brža komunikacija, kraći tretman za pacijenta, olakšano je prikupljanje podataka, dostupna je baza podataka, manji su financijski troškovi, zaustavljeno je nepotrebno ponavljanje snimanja. Prednosti digitalizacije su manja doza zračenja, cijeli je postupak automatiziran i ubrzan. Nema postupka razvijanja, nepreglednih arhiva, štetnih kemikalija. Korištenje digitalne radiologije je veliki korak prema naprijed, koji uvelike ovisi o financijskim mogućnostima zdravstvenih ustanova, odnosno države. Slikovni materijali i pisani nalazi pohranjuju se u elektronskom obliku u standardiziranom DICOM formatu, s ciljem da se unaprijedi distribucija i pregled slika. Uvođenjem DICOM norme omogućen je informacijski rast radiologije. Danas je gotovo sva radiološka oprema usklađena s DICOM formatom, slike koje nisu digitalne potrebno je skenirati. Postupak digitalizacije odvija se prema nekoliko opće prihvaćenih normi i inicijativa u medicinskoj informatici: HL7 *(engl. Health Level Seven*) DICOM i IHE *(engl. Integrating the Healthcare Enterprise*). IHE je neprofitna organizacija koja nastoji poboljšati računalni sustav i dijeljenje informacija, opisuje način za primjenu standarda u razmjeni elektronskih podataka između različitih sustava. DICOM normira pohranu radioloških slika i komunikaciju između dijagnostičkih uređaja (prijenos slika i drugih informacija). Digitalna rendgenska slika zapisana je u obliku kompjuterskog zapisa, osnovni element je piksel. Piksel je najmanji grafički element slike, smješten u pravilnu mrežu koju zovemo matriks. Količina piksela određuje kvalitetu slike, ujedno utječe i na veličinu datoteke, ovi su podaci vrlo važni za razumijevanje postupka kompresije u teleradiologiji. Razvitak digitalne radiologije je nezaustavljiv, pred nama je doba radiologije bez filma.

4.1. INFORMACIJSKO TELEKOMUNIKACIJSKA POZADINA

Trenutno računalne i komunikacijske tehnologije omogućuju jednostavan prijenos dijagnostičkih slika na bilo kojem mjestu u svijetu. Pojam telekomunikacija dolazi od grčke riječi *tele* što znači udaljenost, daleko, te latinske riječi *communicatio* što znači promet, odnosno veza. Telekomunikacijskim se prometom prenose različite informacije, stoljećima je prijenos informacija ovisio o kretanju osoba i pojedinim prijevoznim sredstvima. Velike promjene u prijenosu informacija nastaju tijekom 19. stoljeća. Od otkrića telegrafa, preko telefona i televizije tehnička sredstva za prijenos informacija usavršavala su se sve do danas, kad korištenjem bežičnih mreža jednostavno i brzo možemo doći do određenih važnih informacija. Internet i mobiteli predstavljaju otvorene nove mogućnosti u načinu povezivanja i razvoja u svim ljudskim djelatnostima. Računala i suvremena informacijska tehnologija od nas zahtijevaju određeno znanje kako bismo ih uspješno koristili. Poznavanje informatike i uporaba računala postalo je važnim dijelom opće pismenosti. Brz tehnološki razvoj diktira razvoj novih alata koji unapređuju postojeće procese. Informacijski sustavi u zdravstvu doprinose poboljšanju poslovanja. Veliki razvoj računala doveo je do potrebe za njihovim spajanjem i do razvoja mreža preko kojih će se prenositi podaci. Osnovna zadaća mreže je ostvariti protok informacija koje putuju od jedne točke do druge. Osnovne mjerne jedinice kojima kvantificiramo informacije su *bit* za količinu informacije i *bit/s* za brzinu prijenosa informacije. Međunarodno normiranje i standardizacija na području informacijsko i komunikacijske tehnologije preduvjet su za globalnu primjenu opreme i transparentnost usluga. Tehnologija je preoblikovala područje radiologije, a važni elementi za telekomunikaciju u teleradiologiji su RIS, BIS, PACS, DICOM i HL7 standard, te WADO protokol. Brz razvoj informacijskih tehnologija (IT) još je jedan od čimbenika koji su utjecali na izradu, unapređenje i mjerenje ishoda rada teleradiologije. Omogućile su jeftinije i jednostavnije prikupljanje i obradu informacija. Zdravstveni djelatnici mogu djelovati brže i efikasnije ako raspolažu s potrebnom informacijskom podlogom.

4.1.1. INFORMACIJSKI SUSTAVI U TELERADIOLOGIJI

Teleradiologija podrazumijeva integraciju informacijskih sustava RIS i BIS. Radiologija se danas, u mjeri većoj nego ikada, zasniva na tehnologiji. Slika kao ključni dio procesa je danas u većini ustanova i zavoda za radiologiju je digitalna, kompatibilna s DICOM standardom. U Hrvatskoj tehnološki nivo je još uvijek u razvoju. Integracija RIS/PACS utemeljena je na IHE standardima, omogućuje sustavima da sačuvaju cjelokupni integritet svih pacijenata i postupaka. Informacijski sustavi povezuju sve dijagnostičke i terapijske postupke u jednu cjelinu. Osim dostupnosti i transparentnosti svih podataka i osiguranja kvalitete, tu je niz drugih mogućnosti kao što su arhiviranje slika, izrada izvještaja, analiza i interpretacija slika, naknadna obrada slike. Prednost informacijskih sustava je rad bez suvišne papirologije, velikih arhiva, međutim digitalni je svijet krhak, stoga neke države još uvijek čuvaju dokumentaciju na papirima. Informacijski sustavi donose uštedu na vremenu i novcu za administrativne, poštanske i druge troškove.

RIS (*engl. Radiology Information System*)

Radiološki informacijski sustav upravlja svim procesima u radiologiji, od naručivanja, prijema, tijeka pregleda, do otpusta pacijenta, interpretacije slike i pisanja nalaza. RIS objedinjuje financijski i kadrovski aspekt poslovanja radiološkog odjela te predstavlja važnu točku za komunikaciju sa vanjskim sustavima. Radiološki odjeli su zapravo bili prvi koji su pokrenuli informatizaciju svojih sustava. RIS omogućuje brz i lagan pristup informacijama. Samo je ovlaštenim osobama dopušten pristup u sustav i tako se čuvaju povjerljivi podaci pacijenta. Cilj je stvoriti okruženje bez papirologije, poboljšati tijek rada i povećati učinkovitost.

BIS (*engl. HIS - Hospital Information System*)

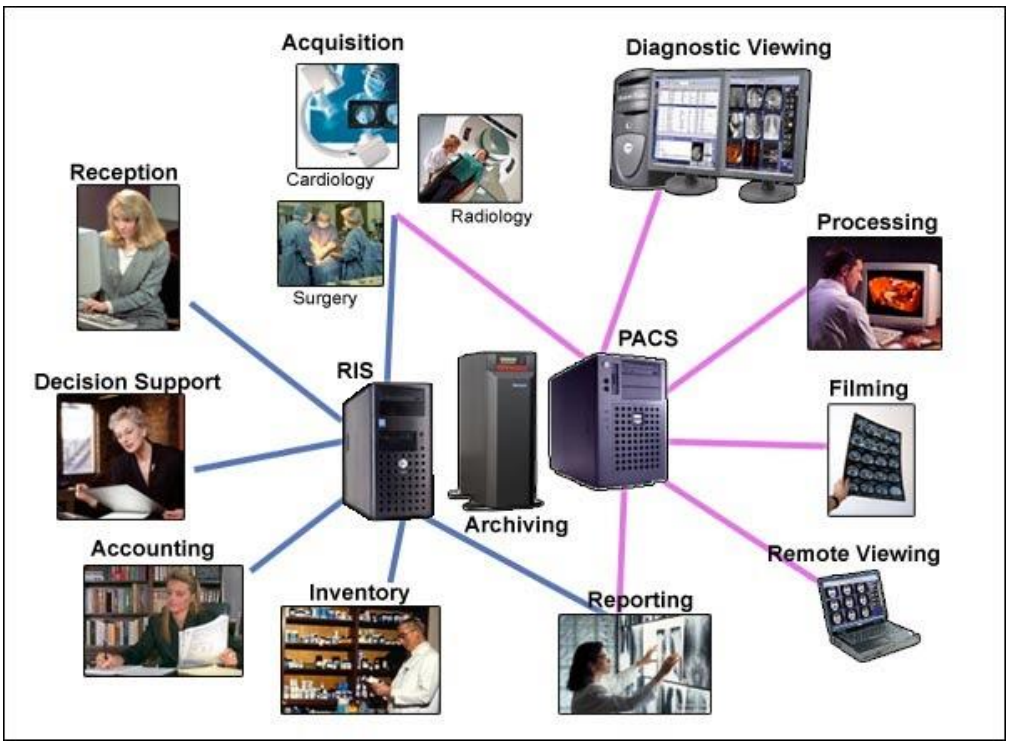
Bolnički informacijski sustav je centralni dio cijelog sustava koji objedinjuje sve što zapravo označava informatizacija bolnice. Povezuje medicinske podatke iz različitih bolničkih izvora. Pruža učinkovit nadzor i optimalno korištenje bolničkih resursa. Osim evidencije pacijentove dokumentacije i procesa liječenja, predstavlja poslovnu podršku u postupcima obračuna usluga, financija i upravljanja.

PACS (*engl. Picture Archiving Communication System*)

Sistem za arhiviranje slika i komunikaciju. Obuhvaća računalno upravljanje i distribuciju svih dijagnostičkih slika. Služi za pohranu, razmjenu, prijenos slika i pridruženih tekstualnih podataka. Zahtjeva brzu mrežnu vezu između radioloških uređaja i adekvatnih radnih stanica. Pruža niz prednosti kao što su: potpuno izbacivanje filma, nema troškova materijala, svi su podaci na tvrdom disku, ne nalaze se u nepreglednoj, velikoj i ne funkcionalnoj arhivi. Slike se spremaju na servere te ih je moguće "dohvatiti" s bilo koje radne stanice koja ima pristup sustavu. Snimke se pohranjuju u DICOM formatu. Server koji je glavni dio PACS-a komunicira s klijentom koristeći DICOM protokol. Za rad u PACS-u neophodno je opskrbiti se tvrdim diskom (*engl. Hard Disk*) većeg kapaciteta kao i suvremenim monitorima za što kvalitetniji prikaz rendgenskih slika. Baziranje ovog sustava na web tehnologiji omogućuje da se podacima može pristupiti s različitih lokacija unutar same ustanove ili udaljenih lokacija van te institucije. Arhitekturu PACS-a čini šest važnih elemenata, da bi se sam postupak teleradiologije realizirao. Akvizicija slike zahtjeva postojanje uređaja s odgovarajućim sučeljem prema PACS sustavu, svi umreženi uređaji moraju biti u skladu s DICOM standardom. Komunikacijska struktura mreže ima presudan utjecaj na brzinu rada cjelokupnog sustava. Mrežne funkcije zahtijevaju LAN (*engl. Local Area Network*) i WAN (*engl. Wide Area Network*). Prikaz snimaka na radnim stanicama koje se mogu podijeliti u dvije grupe: radne stanice niske rezolucije (512x512 piksela) i radne stanice visoke rezolucije (oko 1Kx1K piksela). Koriste se radne stanice najviše klase i visoke rezolucije (2048x1536piksela), te svjetline barem od 170cd/m^2 (današnji LCD monitori ostvaruju svjetlinu od 1000cd/m^2 i više). Podaci pacijenata za koje su odgovorni RIS i BIS moraju imati sučelje jedan ka drugome i prema PACS-u. Standard koji omogućuje komunikaciju između njih je HL7. Arhiva snimaka bi trebala biti centralizirana, sa podrškom DICOM i HL7 standarda. Web server treba omogućiti pristup i adekvatan prikaz podataka zaposlenima u zdravstvenoj ustanovi i udaljenim korisnicima. Nužne karakteristike su sigurnost, prijenos velikih količina podataka, optimizacija prijenosa podataka, upravljanje postupkom vizualizacije, jednostavno korisničko sučelje. PACS je integrirani sustav koji se sastoji od dijagnostičkih modaliteta, servera, radnih stanica i računalne mreže.

HL7 (*engl. Health Level Seven*)

Međunarodni protokol je razvijen u svrhu elektronske razmjene medicinskih podataka između više različitih softverskih rješenja u zdravstvenim ustanovama. Standard je za integraciju, dijeljenje, dohvat elektroničke informacije. HL7 definira sadržaj, format i formu poruka koje se koriste u procesu razmjene podataka. Prednosti su preuzimanje neograničenog broja poruka istovremeno, sve poruke se nalaze u dogovorenoj mapi. HL7 je standard za elektronsku razmjenu informacija među medicinskim aplikacijama na sedmom sloju OSI modela. Obuhvaća ciklus standarda i specifikacija, uključujući razvoj, usvajanje, korištenje i podržavanje normi. Standard je koji omogućava komunikaciju između RIS i BIS. HL7 standardom i DICOM standardom je omogućena komunikacija između PACS i RIS sustava (slika 1.).



Slika 1. Shematski prikaz PACS-a (*engl. Picture Archiving and Communication System*)
Izvor: http://www.xraychicago.com/images/PACS.jpg

4.2. DICOM

Jedinstveni protokol za digitalnu komunikaciju medicinskih uređaja. DICOM (*engl. Digital Imaging and Communication in Medicine*), razvijen je od strane ACR-NEMA (*engl. American College of Radiology i National Electrical Manufactures Association*) sa ciljem da se unaprijedi i ostvari jedinstvena komunikacija među digitalnim uređajima. Danas se koristi DICOM 3.0 protokol s različitim mogućnostima komunikacije s drugim uređajima (DICOM Send, Worklist, Recive i drugi). DICOM datoteka je skup DICOM podataka. DICOM podatak može biti tekstualni ili binarni, koji opisuje neki klinički podatak (ime pacijenta, naziv uređaja, niz piksela). U radiologiji najvažniji DICOM podatak je niz piksela koji tvori digitalnu ili digitaliziranu radiološku sliku. Vrijednosti piksela ili sivih tonova (razina sivog) najčešće se kreću u četiri kategorije: od 0 do 255 (8 bita), od 0 do 1023 (10 bita) od 0 do 4095 (12 bita) ili od 0 do 65536 (16 bita) ovisno o procesu digitalizacije. Sivi tonovi predstavljaju fizička ili kemijska svojstva anatomskih struktura u objektu. Izum računala je bila velika prekretnica koja je promijenila medicinsku djelatnost. DICOM je kratica za digitalno oslikavanje i prijenos podataka u medicini. Prihvaćen kao internacionalni standard, koristi se u cijeloj radiologiji, implementiran je u radiološkim uređajima, direktno povezan s digitalnom arhivom PACS-om. DICOM podržava pretvorbu iz dvodimenzionalnog u trodimenzionalni slojevni prikaz, naknadnu manipulaciju slikom. Glavni zadatak ovog standarda bio je stvoriti platformu za komunikaciju medicinskih slika i povezanih podataka uključujući podržavanje PACS mreže. DICOM standard ima točno definiran protokol za izmjenu i prijenos podataka, te za traženje podataka. Radna lista omogućava automatsko preuzimanje izvješća o demografskim podacima pacijenata koji su preuzeti iz BIS/RIS sustava. Mrežne usluge temelje se na principu "klijent/poslužitelj". Medicinske slike su pohranjene u DICOM formatu. Bitna je integracija RIS/HIS s obzirom da se trebaju uskladiti zahtjevi za povezivanje uređaja i programi kako bi se slike i podaci mogli prenijeti i pohraniti. Zbog velikog volumena slika, troškova pohrane i brzine prijenosa u teleradiologiji javila se potreba za kompresijom i sažimanjem podataka.

Postupak kompresije je podijeljen u dvije grupe koju čine kompresija bez gubitka (*engl. lossless*) i kompresija s gubitkom podataka (*engl. lossy*). Preporuča se kompresija bez gubitka podataka. Jedini dozvoljeni protokol za slijedovni prijenos slika u skladu s DICOM normom je JPIP (*engl. JPEG 2000 Interactive Protocol*). Omogućuje prijenos i pretvaranje radioloških slika u slijed JPEG 2000, što ga čini pogodnim za prijenos slika putem mrežnih kanala ograničene brzine prijenosa. JPIP prikazuje samo dio slike koji klijent zahtjeva od poslužitelja. To je moguće rastavljanjem JPEG 2000 slika u blokove koji se mogu prenositi neovisno putem mreže. Za prikaz i obradu rendgenskih slika napravljeni su DICOM preglednici, preko kojih se slike različitih kompresija, različitih parametara W/L, mogu pomicati, povećavati, smanjivati, uspoređivati. Posjeduju i razne filtre i alate za obradu.

4.2.1. KOMPRESIJA SLIKE

Jedan je od najvažnijih koraka koje je potrebno napraviti u svrhu ubrzanja cjelokupnog procesa prijenosa slike. Kompresija je pretvaranje podataka u oblik koji zauzima manje memorije, a vrši se prije prijenosa. Slike je potrebno spremiti u format koji će očuvati sve njene karakteristike. Najčešći formati su TIFF, RGB, JPEG, GIF. Tehnike kompresije bez gubitka sažimaju podatke ne uklanjajući detalje, dok tehnike s gubitkom podataka postižu veći stupanj sažimanja, ali tako gube dio podataka. DICOM preporuča upotrebu kompresije bez gubitka u JPEG 2000 i JPEG (*engl. Joint Photograpiic Experts Group*) formatima. Radiološka snimka pluća je dimenzija 4000x5000 piksela, što znači preko 30MB. Slično je i s mamografskom slikom, dok slike s CT-a i MR-a su manje rezolucije (512x512 piksela), uz to ova dva modaliteta stvaraju više serija slika, što znatno povećava količinu memorije. Oprema je stoga podijeljena na opremu malog kapaciteta (CT, MR, UZ) i velikog kapaciteta (digitalna radiografija, digitalizirane rendgenske slike), a da bi slike bile brzo poslane vrši se kompresija. Pri rekonstrukciji slike koja je komprimirana bez gubitaka, slika je istog sadržaja, kvalitete kao originalna slika. U slučaju primjene algoritma koji podnose gubitke tijekom kompresije slika je prihvatljive kvalitete, ali nije ista kao originalna. Jedan od pozitivnih korisnih rezultata korištenja JPEG 2000 kompresije je postojanje regije od interesa (*engl. Region Of Interes*), korisnik označi određeno područje na kojem je rezolucija bolja nego u ostatku slike, što je izrazito važno radiologu za postavljanje dijagnoze.

4.2.2. DICOM KOMUNIKACIJA

Jedna od najznačajnih prednosti digitalizacije je pristup arhivi slika putem TCP/IP protokola. Na taj način arhiva postaje dostupna lokalno i globalno. Za potrebe ostvarivanja komunikacije između radioloških uređaja i PACS sustava DICOM koristi svoj mrežni jezik, glavni cilj DICOM komunikacije, ostvarene preko DIMSE (*engl. Dicom Message Service Elements*), je da dva DICOM uređaja koji komuniciraju razmjenjuju podatke u točno definiranom formatu i redoslijedu. Model razmjene podataka temeljen je na pružanju usluga. Uređaj koji zahtjeva uslugu od drugog uređaja označen je s SCU (*engl. Service Class User*), a poslužitelj usluga SCP (*engl. Service Class Provider*). Poslužiteljske klase povezuju DICOM podatke s funkcijama prijenosa i obrade podataka. DICOM uređaji šalju jedni drugima poruke zahtijevajući ili pružajući odgovarajuće informacije. Komunikacija model klijent-poslužitelj temelji se na distribuiranoj obradi podataka, gdje se funkcije jednog korisničkog programa raspodjeljuju na najmanje dva procesa koji međusobno komuniciraju. Cilj klijent-poslužitelj arhitekture je omogućiti većem broju korisnika pristup podacima. Korištenjem DICOM/PACS preglednika kao dodatak web pregledniku, koji u sebi sadrži DICOM protokol, te s kojim dohvaća slike s PACS poslužitelja, prikazuju se slike na zaslonu računala. Za takav pristup mogu se koristiti Flash, Java ili Silverligh rješenja odnosno skriptni programski jezici za lakše korištenje i komunikaciju.

WADO

Protokol WADO (*engl. Web Access to DICOM Persistent Object)* je dio DICOM norme koji definira web temeljnu metodu pristupa DICOM objektu. WADO protokol omogućava dohvat DICOM slika preko HTTP (*engl. Hyper Text Transfer Protocol*) protokola ili HTTPS (*engl.* HTTP *Secure*) protokola. HTTP protokol je razvijen za prijenos web stranica od poslužitelja do klijenta. Omogućuje siguran prijenos podataka. Osnovna namjena WADO protokola je preuzeti DIOCM slike kodirane u JPEG, GIF ili PNG formatu. Na ovaj se način DICOM slike mogu pogledati unutar bilo kojeg web preglednika.

Najveća je prednost ujedno i nedostatak, jedan WADO zahtjev vraća jednu DICOM sliku unutar kratkog vremenskog roka (1-10 sekundi), ali za bilo koju promjenu na slici na primjer širina i razine prozora, mora se napraviti novi WADO zahtjev prema poslužitelju, što zapravo onemogućava interaktivnost rada. WADO zahtjeva URL (*engl. uniform resource locator*), svaki dokument ima jedinstvenu URL kojom pristupamo odabranoj stranici. Bilo koji klijent može zatražiti DICOM objekte, kao što su slike, medicinska izvješća, čak iz udaljenih područja. Jednostavni pristup je ostvaren uporabom jedinstvene identifikacije. Namijenjen je za distribuciju slika i nalaza, a na ovaj način slike postaju dostupne na mobitelima, tabletima, osobnom računalu (slika 2.).



Slika 2. Prikaz radioloških slika preko mobitela i tableta.
Izvor: http://mobihealthnews.com/10173/fda-clears-first-diagnostic-radiology-app-mobile-mim/

4.3. PRINCIP RADA TELERADIOLOGIJE

S tehničke strane uvođenje teleradiologije odvija se u 4 faze:

1. digitalizacija lokalnih zavoda, odjela radiologije s potpunim radiološkim poslovnim procesom
2. Uvođenje komunikacijske infrastrukture i povezivanje lokacija
3. Integracija rješenja radiologije u telemedicini poslovne procese ustanova
4. Centralni sustav s logikom upravljanja za razmjenu slika i nalaza između ustanova.

Teleradiologija je elektronski prijenos radioloških slika putem interneta na udaljena mjesta koristeći DICOM, HTTP, FTP (*enlg. File Transfer Protocol*) ili SMTP (*engl. Simple Mail Transfer Protocol*). Teleradiologija omogućuje pravovremenu interpretaciju radioloških slika, nudi konzultacije te kontinuirano poboljšava edukaciju. S obzirom na načine prijenosa slike koji se danas koriste govorimo teleradiologiji s prijenosom preko modema, ISDN mreže, izravnih optičkih mreža. Brzina prijenosa slika i podataka ovisi o tehnologiji koja se koristi unutar medicinske ustanove. Teleradiologija zahtjeva modernu medicinu i primjenu suvremenih telekomunikacijskih tehnologija u radiologiji. Da bismo razumjeli tijek teleradiološkog rada trebamo poznavati glavne elemente bez kojih teleradiologija ne bi bila moguća. Teleradiologija mora biti oslonjena na sigurnosne protokole i zaštitne mehanizme. Glavni zadatak standarda u teleradiologiji je stvoriti komunikaciju medicinskih slika i povezanih podataka. Standardi su definirani ISO/OSI sustavima, te standardnim protokolom za prijenos podataka putem interneta TCP/IP (*engl. Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). On podržava sve vrste razmjene podataka kojima se danas koristimo: e-pošta, prijenos datoteka, audio, video signale. Da bi se podaci poslali s jedne točke do druge mora postojati odgovarajuća mreža, računalo, korisnički račun, telefonska linija ili bežična mreža. Vrste prijenosnih kanala su kabeli, telefonski vodovi, bežični kanal. S obzirom na međusobnu udaljenost računala u mreži, možemo ih podijeliti na LAN (*engl. Local Area Network*) mreža na užem području, WAN (*engl. Wide Area Network*) mreža na širem geografskom prostoru.

WLAN je noviji oblik mreže, odnosi se na bežične lokalne mreže (*engl. Wireless Local Area Network*). Internet je globalna mreža sastavljena od niza manjih mreža. Svako računalo spojeno na mrežu mora imati svoju jedinstvenu IP *(engl. Internet Protocol*) adresu. Podaci mrežom putuju u obliku paketa, kako bi se osiguralo da stižu na pravo odredište razvijeni su protokoli, pravila za prijenos podataka. Brzina prijenosa podataka mjeri se količinom podataka u bitovima prenesenim u jedinci vremena kb/s (1000 b/s), Mb/s i Gb/s. Internet je globalna mreža nastala međusobnim povezivanjem raznih računalnih mreža diljem svijeta. U manjoj mjeri danas se za povezivanje koristi modem koji dopušta brzine do 56 kb/s. Osim modema u upotrebi je i ISDN *(engl. Integrated Services Digital Network*) tehnologija koja se koristi telefonskim linijama. Podaci se prenose pomoću dvaju kanala koji dopuštaju brzine od 64 kb/s do 128 kb/s. DSL tehnologija *(engl. Digital Subscriber Line*) koristi se brzom telefonskom linijom oko 20Mb/s. Dolaskom bežične tehnologije, brzine prijenosa ostvarive su od 72 Mb/s. Teleradiologija predstavlja jedan dio radiološkog workflow-a i kao takva ovisi o cjelovitom workflow-u odjela ili klinike. Teleradiologija bit će uspješna ako je cjelovit sustav uspješan. Putem interneta upisuje se adresa teleradiološkog sustava, koristeći korisničko ime i zaporku pristupa se sustavu, prihvaća se radna lista pacijenta za koje treba pisati nalaz, izabiru se slike u DICOM formatu te ih se očitava u 2D ili 3D pregledniku, slijedi obrada i analiza, pisanje nalaza i lokalna pohrana napisanog nalaza, signaliziranje sustavu da je nalaz napisan. Liječnik može zatražiti drugo mišljenje, konzultirati se s drugim stručnjacima. Potom izlazi iz sustava. Sav ovaj proces mora biti siguran, informacija mora biti vjerodostojna i zaštićena. Važno je da prilikom slanja slike ne zaboravimo osnovne podatke o pacijentu, datumu učinjenog pregleda, naziv ustanove, vrstu pretrage, oznaka strane radi anatomske orijentacije, te naznačiti postojeću kompresiju. Sva procedura od slanja podataka, kompresije podataka, stvaranja paketa, prikupljanje podataka, prosljeđivanje putem telekomunikacijskih kanala, preuzimanje slika i obrade podataka vrši se prema smjernicama i pravilima propisanim od American College of Radiology u priručniku Standards for Teleradiology, smjernice koje pokušavaju definirati načela teleradiološke prakse.

4.4. TELERADIOLOGIJA NA MOBITELU

Teleradiologija za daljinske konzultacije pomoću iPad-a, mobitela, tableta poboljšava upotrebu zdravstvenog sustava. Mobilni telefon je prijenosni elektronički uređaj za komuniciranje na male ili velike udaljenosti. Danas je mobitel prisutan u svim ljudskim aktima, od alarma za buđenje, do plaćanja parkinga i računa, neki mobiteli čak funkcioniraju kao EKG (za 24-satno praćenje srčanih funkcija). Mobiteli su predstavljeni kao napredni uređaji za daljinsko nadgledanje, te kao takvi pronašli svoje mjesto u teleradiologiji. Povjerljivost je osigurana preko šifriranja podataka tijekom prijenosa, a pristup podacima imaju samo oni koji posjeduju lozinku. Karakteristike iPad-a koji tvrtka "aycan" promovira su: 9,7-inča (e*ngl. Incha)* zaslon osjetljiv na dodir, s razlučivosti 2048x1536 piksela. Korisnici se moraju prijaviti na mobile.aycan.com; poslužitelj koji se koristi za uspostavljanje odgovarajuće veze između pošiljatelja i primatelja. Jednostavno i lako slika iz PACS-a postaje dostupna uz WI-FI ili 3G i 4G mreže. Manipulacija slika, zumiranje i mjerenje je isto kao i na radnim stanicama. Osigurava učinkovit i nesmetan tijek rada. Funkcija mobitela još je ograničena, zbog sigurnosti, tehničkih elemenata. Putem DICOM prijenosa HTTP/WADO protokola slika se prenosi na web preglednik i treba biti u JPEG formatu. Ubrzo će računala u potpunosti biti zamijenjena mobitelima, nove tehnologije 4G i Wi-Max učinit će teleradiologiju dostupnom u svim krajevima svijeta. 4G i 3G mreže bazirane su na IP protokolu. 3G tehnologija omogućuje glasovne i podatkovne prijenose. Osnovna razlika između njih je u tome što 3G koristi standard za telefonske pozive, dok 4G u potpunosti pozive prenosi putem internet protokola. 4G mreže imaju veći kapacitet i mogućnost prijenosa podataka, veću brzinu prijenosa podataka, brže reagira na naredbe. U budućnosti bi preuzimanje podataka trebalo biti iznad 50 Mb/s. Istraživanja pokazuju da je dijagnostička točnost iOS uređaja visoka, međutim korisnici imaju tendenciju postaviti iOS zaslon bliže očima, što nije preporučljivo. Razvijen je DICOM preglednik uz upotrebu inicijalnog alata (poboljšanje kontrasta, zumiranje, mjerenja). Razvoj novih aplikacija za mobilne uređaje i proliferacija širokopojasnog interneta, jaz između stvarnosti i virtualnog u radiologiji smanjuje iz dana u dan. iPad ima veliki potencijal posebno za male matrice skeniranja (CT, MR, UZ 512x512 piksela), njegova rezolucija je 1024x768 piksela.

Pregled radioloških slika je predmet brojnih znanstvenih studija. U provedenom istraživanju o kvaliteti mobitela i tableta kao dijagnostičkih uređaja, na 100 nasumice odabranih CT skenova glave koje su interpretirala dva radiologa dobili su rezultat da se 96 se nalaza poklapa, isti su i na radnim stanicama i na iPad-u. Stopa točnosti je 99,86%, osjetljivost 96%. Mnoge su studije pokazale veliki potencijal korištenja PDA uređaja (*engl. Personal Digital Assistan,* vrsta prijenosnog računala) i mobilnih telefona za pregled radioloških slika. Radiolozi mogu točno dijagnosticirati različite bolesti i ozljede uz dijagnostičku uspješnost od 95% do 100%. Za prijenos podataka teleradiologija koristi GSM (*engl.* Global *System for Mobile Communications*), GPRS (*engl. General Packet Radio Service*), 3G i u primjenu ulazi 4G sustav, 5G tehnologija je u istraživanju. Preuzimanje i slanje te njihova brzina ovisi o mreži, tako putem Bluetooth-a ostvarena je brzina 2 Mb/s, preko WI-FI 54 Mb/s, EDGE 400 kb/s i preko GPRS 114 kb/s. Ovi sustavi omogućuju prijenos relevantnih multimedijskih sadržaja na velike udaljenosti, velikom brzinom prijenosa. Upotreba mobitela je nova i snažna tehnologija koja ima potencijala i svoje mjesto u teleradiologiji. Iskorištena je u 24/7 dostupnosti liječnika te u noćnim satima. Nove mreže omogućuju brzinu prijenosa, čak 14 Mbit/s pri preuzimanju podataka i 5,8 Mbit/s pri slanju podataka. Takvim brzinama može se prenijeti oko 8 CT slika, komprimiranih JPEG-LS kompresijom. Idealan smartphone mora sadržavati: Internet, HTML5 standard, Java Script, 480x800piksela, veliku memoriju RAM 256, procesor 1GHz, 256 nijansi sivog, 3-4 inča (*engl. Inch*) zaslon. Mreže WI-FI 54 Mbit/s ili HSDPA 7,2 Mbit/s. Prenosiv, lagan i snažan uređaj, koristan u hitnim dijagnozama. Američka agencija za hranu i lijekove (*FDA engl. Food Drug Administration)* je već odobrila mobilne aplikacije u svrhu interpretacije radioloških slika. WADO protokol za dohvat DICOM slika u JPEG formatu koristi se web tehnologijom sa serverskim programom. Zbog jednostavnijeg korištenja u upotrebu sve više dolazi HTML5 (*engl. Hypertext Markup Language*) programski jezik koji opisuje web stranicu. Dizajniran je da isporučuje sve što želimo bez potrebe za dodatnim programima kao što su dodaci pretraživačima, radi sve od animacija do aplikacija, nema potrebe za Flash i Silverlight dodacima.

HTML5 je poboljšao interaktivnost između poslužitelja i primatelja. Prva mobilna platforma za radiologiju je pacs2u. Uključuje HTML5 DICOM preglednik, pojednostavljuje teleradiološke procese, radi na bilo kojem operacijskom sustavu, bilo kojem mobitelu, za sve teleradiološke potrebe, pisanje nalaza, traženje drugog mišljenja, edukaciju te pristup udaljenim bazama podataka. Prava mobilnost je ono što se očekuje od teleradiologije na mobilnim uređajima, dostupnost bilo kada i bilo gdje.

4.5. TELERADIOLOGIJA U SVIJETU

Teleradiologija na globalnoj razini poboljšala je komunikaciju među liječnicima, specijalistima. Postala je važna komponenta digitalne radiološke prakse. Radiološka oprema je u potpunosti usklađena s DICOM formatom, takve digitalne slike su spremne za putovanje u udaljenje krajeve. Velika je potražnja radioloških usluga u Velikoj Britaniji, SAD-u i Singapuru. Razlozi su uglavnom manjak radiologa i problem pokrivenosti noćnih smjena, nedostupnost pravovremene dijagnostičke informacije na odjelima hitne medicine. U Europi je teleradiologija usko povezana s distribucijom PACS sustava, još uvijek postoje zemlje koje nemaju odgovarajuću infrastrukturu za razvoj teleradiologije. Japan je vodeća zemlja kad je riječ o korištenju PACS sustava. Trend velikih teleradioloških usluga je rad 24/7. Međunarodne pravne regulative teleradiologije još nisu riješene.

Teleradiolozi u Indiji ostvaraju popriličnu zaradu, budući da su jako dobro razvili uslugu teleradiologije. Iz SAD-a se slike šalju na analizu u Indiju, odgovor se očekuje unutar 10-45 minuta, ovisno o hitnosti slučaja. U posljednje 3 do 4 godine broj teleradioloških pružatelja usluga raste po cijelom svijetu, uz SAD, posebno se ističe Indija, Brazil, Rusija, Izrael i Kina. Nordijske zemlje su u procesu digitalizacije uspješne i vrlo napredne. Velike udaljenosti i rijetko naseljena područja, za teleradiologiju su bili plodno tlo. Procjenjuje se da se u 50-55% američkih bolnica koristi neki oblik teleradiologije (unutarnji ili vanjski). Tvrtke u Bangaloreu u Indiji, Sidney u Australiji nude teleradiološke usluge za europsko i američko tržište. Uz pokrivenost u noćnim smjenama, važan pokretač teleradiologije u svijetu je nedostatak radiologa i nejednaka raspodjela stručnjaka.

U francuskom istraživanju procijenjeno je da u 37% slučajeva se pokušava teleradiološkim uslugama zaobići odlazak u bolnicu, 12% izbjegava bolničko liječenje. U Japanu je izračunata potencijalna ušteda od 1,27 milijuna dolara godišnje. SAD je zabrinut kvalifikacijama osobe koja interpretira sliku. Stvaranje "nevidljivog" radiologa zabrinjava i liječnike diljem Europe. Većina radiologa ima pozitivnu viziju o teleradiologiji u budućnosti, međutim najveći strah je smanjenje vrijednosti rada. Dostupnost PACS-a diljem Europe je i dalje neravnomjerno raspoređena, većina korisnika je u nordijskim zemljama, Velikoj Britaniji, Nizozemskoj i Belgiji. Baltičke zemlje gotovo 100% imaju PACS, Nizozemska 97%, Belgija 96%, UK 95%. Visoke stope mogu se naći u Austriji, Portugalu, Španjolskoj. U Francuskoj i Grčkoj samo četvrtina bolnica ima PACS. Teleradiološke usluge u Europi najveće su u Velikoj Britaniji i Njemačkoj. Glavni razlog je nedostatak radiologa. U Njemačkoj su usluge ograničene na noći, vikende, praznike, iako je pod određenim okolnostima moguće i šire slanje podataka. Njemačka je zabranila tumačenje slika izvan zemlje. Skromna implementacija u Europi ima uzrok u zakonskoj nesigurnosti. Trebalo bi biti jasno da radiolog koji pruža uslugu mora biti licenciran i akreditiran, te jasno utvrđeno koju razinu odgovornosti treba snositi takav radiolog. Europski zdravstveni sustavi su pod teškim proračunskim ograničenjima, stalni pad u zapošljavanju zdravstvenog osoblja, starenje stanovništva, stalno podizanje očekivanja pacijenata su sadašnjica u europskim zemljama. Zbog toga e-zdravstvo i teleradiologija ima velik potencijal za smanjenje troškova i poboljšanje kvalitete zdravstvene zaštite. Za stanovnike ruralnih područja najčešće u Australiji, Kanadi, Norveškoj i SAD-u 19% slučajeva teleradiologija se primjenjuje zbog manjka osoblja, 41% za drugo mišljenje i 40% za noćne pokrivenosti. Najuspješniji primjer u teleradiologiji u SAD-u je „Nightwalk“ radiološke usluge. Pružaju radiolozima pokrivenost preko noći, vikendom i u dežurstvima hitne radiologije. Teleradiologija je izvanredna prilika za Afriku, u kojoj je velik broj pacijenata, ogroman teret bolesti i veliki nedostatak stručnjaka. Indijski liječnici smatraju da je ipak najvažnije u svom tom procesu imati kvalificiranog liječnika. Brojke ovih istraživanja pokazuju važnost teleradiologije u svijetu, ukazuju na potrebu usavršavanja i stalnog korištenja teleradioloških usluga.

4.6. TELERADIOLOGIJA U HRVATSKOJ

U Hrvatskoj godišnje se napravi 1,5 milijuna radioloških pretraga. Ne postoji obveza međusobne povezanost BIS/RIS sustava, što rezultira višestrukim nepotrebnim snimanjem bolesnika. Nema kontrole doze zračenja koju prima pacijent. Teleradiologijom bi se u Hrvatskoj povećala kvaliteta zdravstvene skrbi bolesnika te bi se smanjili troškovi liječenja. Hrvatski zavod za telemedicinu organizira uvođenje telemedicinskih usluga u zdravstveni sustav republike Hrvatske. Zavod daje odobrenje za rad, obavlja nadzor nad radom, razvija, izgrađuje i održava računalno komunikacijsku infrastrukturu. Uređuje standarde i metode rada u telemedicini. Organizira i provodi stručna usavršavanja zdravstvenih radnika. U Hrvatskoj se ne ulaže dovoljno u izgradnju mreža, nema dovoljno aktivnosti istraživanja i razvoja, nedostaje digitalne pismenosti. „Hrvatski telekom“ u suradnji s njemačkom tvrtkom „Medavis“ i njenim regionalnim partnerom „I&I“ predstavili su pilot projekt "radiologija u oblaku" CroRIS kojim je povezana KB Dubrava i opća bolnica Dubrovnik putem web servisa portal4med s podacima smještenim u HT oblaku (*engl.* cloud). Cilj projekta je povezati sve radiološke odjele na području Hrvatske u jedinstven sustav i povezati ga sa svim referentnim sustavima i podsustavima. Teleradiologija predstavlja skoru budućnost u hrvatskim bolnicama. CroRIS je zamišljen kao središnji servis za upravljanje i povezivanje različitih sustava za pohranu radioloških slika i nalaza. Trebao bi uštedjeti novac i vrijeme i poslužiti za napredak u edukaciji. Pacijenti i liječnici se u Hrvatskoj susreću s nizom problema zbog manjka specijaliziranih kadrova, kao i razmjeni i arhiviranju ogromne količine podataka. U Hrvatskoj se koriste razni informacijski sustavi u rasponu od vlastitih lokalnih rješenja i do tehnološki najsuvremenijih radioloških sustava (RIS) i sustava za pohranu PACS. Javne zdravstvene ustanove u Hrvatskoj nemaju ni financijskih sredstva ni dovoljno znanja i kadrova za nabavu i primjenu RIS/PACS sustava. "Sve je u oblaku" svi procesi se odvijaju u HT-ovom računalnom oblaku, pri čemu se ništa ne pohranjuje lokalno. Primjenom teleradiologije objedinila bi se i povezala postojeća organizacijska i tehnološka segmentacija. Osim za dijagnostičke svrhe baza bi poslužila i u obrazovne svrhe. Razvoj, unapređivanje PACS sustava za potrebe radiologije u telemedicini su u nadležnosti hrvatskog zavoda za telemedicinu.

Na našim otocima postojala bi kvalitetnija zdravstvena ponuda, a i turističku ponudu tih istih područja činila bi sigurnijom, primamljivijom. Hrvatska je zemlja pogođena ekonomskom krizom, sredstva s kojima raspolaže nastojala su se pravilno uložiti. To je jedan od razloga zašto teleradiologija u Hrvatskoj nije u potpunosti profunkcionirala. Pred nama je budućnost i inovacije koje bi Hrvatsku trebale približiti ostalim europskim zemljama.

4.7. USPJEŠNOST TELRADIOLOGIJE

Da bi teleradiološki proces smatrali uspješnim, vrijeme dohvata slike ne smije biti dugo da onemogući normalan rad, rješenje mora biti pouzdano bez ponavljanja radnji zbog pucanja veze u procesu preuzimanja ili slanja slika. Slike trebaju biti poslane u punoj dijagnostičkoj kvaliteti. Postupak mora biti siguran, integriran u radiološki workflow zbog osiguranja cjelovitosti pregleda, te jedinstvenog povezivanja pacijenta s pregledom, slikama i nalazom. Uvjeti da bi teleradiologija bila uspješna su ovisni o telekomunikacijskoj infrastrukturi, informatičkom rješenju izvođača, radiološkom workflow-u. Prijenos se vrši u ili izvan realnog vremena. Povoljno utječe na kvalitetu življenja i produženje ljudskog života. Uspješnost teleradiologije je prikazana je kroz njene prednosti i nedostatke.

PREDNOSTI

Pružanje specijalističkog mišljenja u bilo koje doba dana, čak i noći. Olakšava radiolozima prekovremeni rad, dežurstva, pokrivenost vikendima i tijekom praznika. Pravovremena i visoko kvalitetna isporuka radioloških nalaza od visoko kvalificiranih i obučenih radiologa. Vrijednost teleradiologije u timskom radu, stručnjaci se međusobno nadopunjuju, surađuju i nude više rješenja. Usporedba prikupljenih informacija sa znanjem i iskustvom prethodnih generacija za lakše zaključivanje o izvoru i posljedicama problema pacijenta. Teleradiologija dotiče i upravljanje, planiranje, unapređenje narodnog zdravlja. Dostupne su radiološke slike kod kuće, na mobitelima, tabletima. Radiolog se ne mora u trenutku dijagnostičkog postupka nalaziti uz rendgenski uređaj.

Odgovorno je i najprirodnije da u teškim slučajevima radiolog zatraži pomoć, mišljenje kolege, čak i tima. Postiže se kvalitetnija odluka, obrazovanje svih koji sudjeluju u procesu postavljanja ispravne dijagnoze. Unatoč ograničenjima koje teleradiologija ipak ima, postoji prostor za razvoj i rješavanje i unapređivanje postojećih nedostataka. Kraći tretman za pacijenta, dostupnost vrhunskih specijalista, bez troškova putovanja i smještaja, bez potrebe čuvanja i prenošenja slika. Smanjeno je razdoblje neizvjesnosti jer se nalaz ili drugo mišljenje dobije se u vrlo kratkom roku. Za lokalne radiologe podrška od strane udaljenih specijalista, osobno napredovanje kroz suradnju s raznim specijalistima. Za udaljene specijaliste dobiti teleradiologije su eliminacija putovanja na udaljene lokacije, smještaj, smanjeno vrijeme izostanka s posla, povećavanje osobnih stručnih kompetencija zbog veće vjerojatnosti da se susretne statistički rjeđi slučajevi. Za društvo veća kvaliteta i učinkovitost i dostupnost zdravstvene skrbi. Mogućnost pružanja usluge u udaljenim područjima (Hrvatski otoci), rad bez suvišne papirologije. Povećano zapošljavanje radioloških tehnologa u udaljenim područjima, smanjeno pobolijevanje i smrtnost. Nadilaženje prostorne i vremenske granice u pružanju zdravstvene zašite.

NEDOSTACI

Visoke cijene telekomunikacijskih usluga, nedostupnost interneta, rijetko dostupna telekomunikacijska oprema. Gubitak podataka na slikama zbog DICOM kompresije s gubitkom. Slika mora biti kvalitetna i sa svim detaljima da bi dijagnostički nalaz bio pouzdan. Ne postoji međunarodno pravni okvir. Brzina prijenosa koja se još usavršava, količina i obrada podataka. Sigurnost i privatnost se ne može još uvijek u potpunosti zajamčiti. Velike početne investicije i troškovi održavanja opreme. Problemi vezani uz licence liječnika. Nedovoljna digitalna pismenost u pojedinim zemljama.

4.7.1. BUDĆNOST U TELERADIOLOGIJI

U Europskih radiologa uglavnom vlada pozitivno mišljenje glede budućnosti (80%). Samo mali broj radiologa smatra da teleradiologija nema mjesto u budućnosti radiologije. Vrlo je vjerojatno da će se u skoroj budućnosti regulirati pravni propisi odgovornosti teleradiologa. Brz rast opterećenja i složenosti samog posla rezultirali su nedostatkom radiologa u većini zemalja. Budući ciljevi su svakodnevno korištenje teleradiologije u medicinskoj praksi. Ljudska znatiželja ide za time da otkrije što više nepoznatog. Koristeći satelitske usluge globalna pokrivenost podataka gotovo je neograničena. Cilj je poboljšanje skrbi o pacijentu kroz povećano umrežavanje među liječnicima kako bi se postigla točnija dijagnoza. Nedostatak radiologa i potreba za sub-specijalizacijom glavni su razlozi za nastavak teleradioloških usluga u budućnosti. Kao negativnu posljedicu u budućnosti predviđa se smanjena vrijednost rada. Švicarska istraživanja pokazala su da će se teleradiologija zadržati u svrsi distribucije slike, hitnih čitanja, obrazovanja i konzultacije. Pacijenti će dobivati pravovremene usluge, bit će bolji pristup u ruralnim područjima. Očekuje se definiranje pravnih pitanja odgovornosti liječnika i usavršavanje zaštite podataka. Opravdano je postaviti pitanje pod čijom je odgovornosti nalaz kad radiolog nije na licu mjesta. Stvaranje novog radnog mjesta za sub-specijalista teleradiologa, koji radi u drugačijem okruženju nego radiolog. Mnogi radiolozi strahuju da će zbog teleradiologije doći do opasnih grešaka u dijagnozama. Zabrinuti su jer zakonska regulativa ne ide u korak se tehnologijom. Ovi problemi su prisutni danas, a hoće li budućnost donijeti rješenja, nepredvidivo je, ali sigurno da se nastoje riješiti. Uključivanje pacijenta u interakciju novi je izazov teleradiologije. Usavršit će se nove aplikacije na mobilnim uređajima. Budućnost teleradiologije možemo zamisliti kao ured bez papira na odjelu radiologije bez radiologa. Teleradiologija se znatno širi i postaje sve sofisticiranija.

4.7.2. PRAVNO - ETIČKA PITANJA

Na relaciji liječnik-bolesnik zapravo su bitna etička načela, a kad etička načela pravilnog ponašanja nisu dovoljna, pravo sa zakonima nudi efikasna rješenja. Zbog toga odnos liječnika prema bolesniku nije samo etički, nego i pravni. Zakonski propisi donose samo opća načela u vezi s odgovornošću. Pravni propisi imaju ulogu zaštite pacijenta. Medicinska dokumentacija je bilo koji dokument o zdravstvenom stanju neke osobe, svaki zapis koji sadržava podatke o zdravstvenom stanju bolesnika. Za teleradiologiju još uvijek ne postoji jasno definiran međunarodno pravni okvir. Značajan izazov u širenju teleradiologije je nedostatak javno pravnog okvira o pitanju izdavanja licenci, akreditaciji i registraciji telemedicinskih usluga. Bez koordinacije i usklađivanja zakona i pravila, otežana je teleradiologija i stvaranje međunarodne suradnje. Zakon o zaštiti privatnosti mora vršiti procjenu rizika informacijske sigurnosti i utjecaja na privatnost. Vrlo je bitno da se interes zdravstvenih djelatnika i pacijenata podjednako čuva. Propusti u komunikaciji uzimaju danak na skrb pacijenta. Cilj je ne samo zaobići ne zadovoljstvo pacijenta i tužbe, nego osigurati visoku razinu skrbi za pacijente.

4.7.3. SIGURNOST

Sve korisnike zabrinjava sigurnost podataka prilikom prijenosa putem mreže. Propusti su u prijenosu, u enkripciji podatka između pristupne točke i korisnika. Pravo je pojedinca da odredi stupanj do kojeg će davati informacije o sebi. Neželjene situacije mogu prouzročiti izmjenu, brisanje, gubitak informacija, namjerno povećanje potrošnje baterije kod mobitela, zlonamjerni napad onemogućava rad sustava. Uvijek postoji opasnost da podatke vidi netko tko za to nije ovlašten. Liječnici i ostali zdravstveni stručnjaci preko teleradiologije mogu razmjenjivati iskustva, znanja, mišljenja i prijedloge. Povećan je rizik od mrežnog kriminala zbog kojeg vlada nedostatak povjerenja u mreže. Pitanje sigurnosti vrlo je važno jer medicinska dokumentacija mora biti pravilno zaštićena. Medicinsko osoblje mora se pridržavati sigurnosnih mjera kako bi zaštitili podatke pacijenta.

Nove metode zaštite nastoje uz vodeni žig u DICOM formatu učiniti prijenos slike sigurnom da bi zaštitili pacijentove podatke. Mjere sigurnosti su kriptografija, vatrozidi, metode za kontrolu pristupa. Postoje tri moguća rješenja za zaštitu DICOM vodenim žigom. Trajni vodeni žig nije moguće ukloniti nakon što se otkrije zlonamjerni napad, reverzibilni žig omogućuje vratiti sliku i izvorne vrijednosti piksela. Treći je nevidljiv i ne ometa dijagnostiku. Vodeni žig omogućuje samo ovlaštenim osobama pristup medicinskim podacima. Samo ovlašteno osoblje sa odgovarajućim privatnim ključem može dekriptirati poruku skrivenu u slikama i tako ukloniti žig. Kako bi se osigurala tajnost prenošenog teksta, slike, poruka se može posebnim postupkom šifriranja zaštititi i u takvom obliku prenijeti kroz mrežu. Najvažnije značajke koji se moraju osigurati su povjerljivost, vjerodostojnost podataka te pravovaljanost. Povjerljivost podataka označava da samo autorizirane strane mogu pristupiti podacima, a vjerodostojnost da su podaci poslani od valjanog pošiljatelja. Danas su kripto-sustavi ugrađeni u komunikacijske sustave. Teleradiologija mora biti oslonjena na sigurnosnim protokolima i enkripciji datoteka. Zbog zabrinutosti da bi neovlašteni pojedinci mogli pristupiti povjerljivim medicinskim zapisima korite se i privatne mreže (*VPN engl. Virtual Private Network*). Sve su slike šifrirane, liječnici samo moraju unijeti kod za pristup. Širok je raspon nevolja koje nas mogu snaći na internetu (virusi, crvi, trojanski konj, špijunski programi). Da bismo se ispravno zaštitili moramo poznavati moguće opasnosti. Antivirusni programi, vatrozidi sprečavaju naseljavanje zlonamjernih programa na računalo. Redovito ažuriranje operacijskog sustava, stvaranje rezerve podataka (*engl. backup*), mijenjanje zaporke postupci su zaštite. Sigurnost sustava temelji se na dvije razine: na razini operativnog sustava i na korisničkoj razini. Sustav je definiran po standardu, te preko identifikacijskog broja pristup će biti dopušten ili odbijen, ovisno o medicinskim i poslovnim etičkim razlozima.

4.7.4. EDUKACIJA

Javila se potreba za stalnim obrazovanjem (*LLL engl. Long life learning*) za liječnike i radiološke tehnologe kao i drugo osoblje koje radi u zdravstvu. Teleradiologija je odlična metoda za izvođenje nastave za studente. Trajno i integrirano obrazovanje osigurava neprekidan dotok novih informacija nužnih za organizaciju i upravljanje. Teleradiologija zahtjeva osnovno znanje o informacijskim tehnologijama u zdravstvu i načinu rada računalne tehnologije. Trebaju se pratiti nova otkrića, najnovije primjene tehnologije. U Americi radiološki tehnolog svakih 5 godina obnavlja certifikat za rad u digitalnoj radiologiji, kao i teleradiologiji. Traži se iskustvo rada u informatici, obradi slike, tehničko znanje. Upravljanje i PACS administracija. Teleradiologija ovisi o kulturi i navikama naroda, kvalificiranoj radnoj snazi, dostupnom kapitalu. Obrazovna i kvalificirana radna snaga smatra se preduvjetom za razvoj noviteta. Znanje i tehnologija postali su pokretači društva. Edukacija i podizanje razine znanja ključ je uspjeha. Time se postiže "razbijanje" barijera otpora pri primjeni novih procesa. Treba postati prepoznatljiv respektabilan pružatelj znanja, znanjem i radom stvoriti zadovoljstvo kod korisnika. Teleradiologija je korištena za edukaciju, omogućava studentima najbolje dostupne nastavnike, bez obzira na lokaciju, potiče rasprave, konzultacije, poboljšanje i učinkovitost postavljanja dijagnoze. Neophodna je edukacija kadra za rad s teleradiologijom. Stručno usavršavanje zdravstvenih radnika kao oblik cijelo životnog obrazovanja trebalo bi predstaviti okosnicu modernog sustava i kao takve ozbiljno provoditi u zdravstvenim ustanovama. Provođenjem LLL povećava se sigurnost zdravstvenih radnika, uklanjaju se nedoumice, smanjuje se nesigurnost u radu, povećava se spremnost i približavaju im se najnovije metode u pružanju zdravstvene zaštite. Radiologija je postala kompleksna i ne može se više očekivati od radiologa da sve zna te se zbog toga javlja potreba za sub-specijalizacijom. Stoga treba poticati stalnu edukaciju, pohađanje raznih tečajeva i usavršavanje medicinskog osoblja, jer je ljudski faktor važan za pravilno vođenje postupka teleradiologije, zapravo je neizostavan. Važno je poznavati prednosti i nedostatke novih tehnologija. Skupljanje tuđeg znanja je neophodno, ali nije dovoljno. Potrebno je da pojedinac traži nove ideje i istražuje ih, stvara vlastito znanje, postavlja nova pitanja i nastoji pronaći odgovore sustavnim opažanjem, eksperimentiranjem i kritičkim zaključivanjem.

5. RASPRAVA

Teleradiologija se u najvećoj mjeri zasniva na tehnologiji. Slika je ključni dio procesa koja se prenosi na velike udaljenosti putem elektronskog prijenosa. Preduvjet za teleradiologiju je postojanje informacijske infrastrukture u radiologiji, digitalne arhive te standarda za komunikaciju.

Prednosti: informacijske tehnologije teleradiologiji donose povećanje efikasnosti, preciznost, omogućuje pretraživanje podataka o pacijentima. Mnogo je efikasnija i dostupnija zdravstvena skrb u svim područjima.

Nedostatak: da bi teleradiologija realizirala, potrebno je uložiti novac, koji mnoge zemlje u Europi nemaju zbog ekonomske krize, novci se nastoje što pravilnije uložiti, takav slučaj je i u Hrvatskoj. Međutim, u Hrvatskoj ne postoji infrastruktura koja bi bila temelj podizanja teleradiologije. Iako je dokazano da nakon početnog povećanog izlaganja troškovima ušteda s vremenom dolazi. Među mnogim bolnicama u Hrvatskoj, KBC Split predstavlja ustanovu koja još nije spremna za teleradiološke usluge, jer još uvijek nije digitalizirana, nažalost kasni za svjetskom medicinom 20 godina.

Glavni nedostatak na kojem se intenzivno radi i koji je tema mnogih znanstvenih radova još uvijek je dijagnostička slika, nastoji se pronaći idealno rješenje za brzine prijenosa i kompresiju podataka. Primjena mobitela kao dijagnostičkih uređaja za interpretaciju radioloških slika je još jedna stepenica uspona teleradiologije.

Prije svega važno je i da sve zemlje imaju zakonske regulacije teleradiologije, što je danas izrazit problem, jer u puno zemalja teleradiologija nije uopće definirana kao medicinski čin. Teleradiologija se izvodi prema smjernicama ACR. Bez postizanja skladnosti zakona i pravila otežana je teleradiologija i stvaranje međunarodne suradnje. Proširenje teleradiologije vidljivo je u distribuciji slika, načinu sažimanja, zaštiti podataka, te većoj sigurnosti. Zanimljivo je postaviti pitanje kako se pacijenti osjećaju kad ne znaju tko se sve bavi njihovom dokumentacijom.

Unatoč ograničenjima u teleradiologiji, mora se ići u smjeru razvoja koji osigurava zadovoljstvo pacijenta, što je zapravo i ključ bilo koje medicinske praske.

6. ZAKLJUČAK

Stvaranje kvalitetne i dijagnostički korisne rendgenske slike najvažnije je za rad u radiologiji. Za teleradiologiju važno je da informacija koja će doći do udaljenog stručnjaka bude zaštićena, sigurna i neizmijenjena, odnosno jednake dijagnostičke vrijednosti. Važno je da bude sigurno i brzo prenesena, bez gubitka informacija. Od samih početaka u procesu teleradiologije neprestano traje razvoj, koji je neograničen. Teleradiologija ima mnoge prednosti, ali i nedostatke. Radiologija se vratila u ruralna i udaljena područja. Istraživanja analize radioloških slika na mobilnim uređajima i na radnim stanicama raznim studijama su pokazala da ne postoji značajna razlika u tumačenju slika. Zdravstveno osoblje, radiologe, radiološke tehnologe ne trebaju ograničavati nedostaci teleradiologiji, nego trebaju pronaći načine pomicanja tih ograničenja i stvaranja vlastitih rješenja za uspješnu teleradiologiju. Budućnost teleradiologije donosi daljnji razvoj u smjeru minimiziranja i korištenja mikročip tehnologija. Zasigurno donosi i rješenje pravnih pitanja i sigurnosti pacijentovih podataka. Korištenjem teleradiologije dokazano je da se može uštedjeti. Uspješna je njena primjena u edukaciji, potiče rasprave, dijeljenje znanja. Teleradiologija će u budućnosti ostati dio radiologije jer će i dalje poboljšavati kvalitetu ljudskog života.

7. SAŽETAK

U ovom završnom radu opisana je teleradiologija kao zasebna i najrazvijenija grana telemedicine. Teleradiologija je usko povezana s razvojem informacijskih i telekomunikacijskih tehnologija. Preduvjet za razvoj teleradiologije je digitalizacija odjela radiologije, uvođenje informacijskih sustava i međunarodnih standarda za komunikaciju medicinskih podataka. Bez standarda za komunikaciju (HL7, DICOM), informacijskog sustava, te digitalne arhive ne bi postojala teleradiologija. Teleradiologija obuhvaća prijenos radiološke slike sa raznih dijagnostičkih modaliteta, uz uvjet da su usklađeni s DICOM standardom. Trenutno računalne i komunikacijske tehnologije omogućuju jednostavan prijenos dijagnostičkih slika preuzetih iz PACS-a na udaljene lokacije gdje se slike mogu preuzeti na radnu stanicu ili na mobilni telefon, tablet. Brzina prijenosa slika i podataka ovisi o mreži koja se koristi za prijenos. Istraživanja i eksperimenti u razvoju brzine prijenosa i dalje se usavršavaju. Velika akumulacija znanja, smanjeni troškovi, za društvo i medicinu znače veću kvalitetu i učinkovitost. Poboljšava kvalitetu života, posebice u ruralnim područjima. Istaknute su prednosti i nedostatci trenutnog stanja u teleradiologiji. Teleradiologija zahtjeva daljnju modernizaciju i primjenu novih razvojnih tehnologija. Ne samo da se pojavila na odjelima, nego i u domovima, postaje dostupna preko mobilnih uređaja bilo gdje i bilo kada. Teleradiologija je postala i ostat će neizostavni dio radiologije.

KLJUČNE RIJEČI: *Teleradiologija, radiologija, standardi, informacijske tehnologije, PACS, komunikacijske tehnologije.*

8. SUMMARY

Teleradiology is the electronic transmission of the radiologic images from one location to another, for the purposes of interpretation or consultation, for sharing studies with other radiologist and physicians. Teleradiology improve education, and requires specific telecommunication infrastructure, by the use of Picture Archiving and Communication System (PACS) and Radiology Information System (RIS). Teleradiology is medical practice of having radiological images read by radiologist who is not on same location where images were generated. Teleradiology improves patients care. Teleradiology utilizes standard network technologies such as internet, telephone line, WLAN (*engl. Wide area network*) and LAN (*engl. Local area network*) and computers. Teleradiology use DICOM standard (*engl*. *Digital imaging and communications in medicine*) as a standard for transmitting information in medical imaging. The communication protocol is an application protocol that uses TCP/IP protocols to communicate between systems. Through teleradiology and mobile DICOM viewers, images can be sent to another part of the hospital, or to other locations around the world. Teleradiology may improve the quality of life. Teleradiology gives the opportunity to connect with distant radiologist daytime and nighttime. Teleradiology will have significant impact on the development of healthcare and practice in medicine. There is still place for development in teleradiology which includes legal issues and responsibility of teleradiologist. Teleradiolgy is available anywhere, anytime.

Key words: *Teleradiology, telecommunications, radiology, internet, information system,protocol, DICOM standard.*

9. LITERATURA

1. Optimizacija prijenosa i prikaza radioloških slika, Drnasin Ivan. Dostupno na: https://www.fer.hr/_download/repository/KDI_Drnasin_Ivan.pdf
2. Telekomunikacijska tehnologija i specifičnosti telekomunikacijskog tržišta, Ignac Lovrek: https://element.hr/artikli/file/1355
3. Nacionalna strategija razvitka telemedicinske djelatnosti u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2012. - 2017. Dostupno na: https://www.ztm.hr/sites/all/themes/ztm/images/NS-RAZVOJA_TELEMEDICINSKE_DJELATNOSTI_U_RH_BW2_FINAL_NOVA_21032012.pdf
4. Utility of mobile devices in the computerized tomography, Panughpath SG, Kumar S, Kalyanpur A, 2013. Dostupno na: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23986611
5. Fizikalne osnove i klinički aspekti medicinske dijagnostike, Janković Stipan, Eterović Davor, Medicinska naklada: Zagreb, 2002.
6. Telemedicine, Klapan. I., Čikeš, I., Zagreb: Telemedicine Association Zagreb, 2005.
7. Telemedicina u Hrvaskoj: dostignuća i daljnji razvitak, Asim Kurjak, Branimir Richter, Zagreb, Akademija medicinskih znanosti, 2001.
8. Telemedicina, Reljin Irin, Garovska Ana, Akademska misao, Beograd, 2013.
9. Kazneno pravna i građansko pravna odgovornost liječnika, Zečević Dušan, Josip Šković, Medicinska naklada, Zagreb, 2012.
10. WWW INFORMATIKA, Lindarić Janja, Sudarević Darka, Šokac Davor: Profil, Zagreb, Hrvatska 2010.
11. Teleradiology: evolution and concepts, Soester Hoogt, 2011. Dostupno na: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20869183/
12. The future role of radiology in healthcare, European Society of Radiology, 2009. Dostupno na: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22347897/
13. Teleradiologija za brže dijagnoze i liječenje. Dostupno na: http://www.tportal.hr/scitech/tehno/254666/Teleradiologija-za-brze-dijagnoze-i-lijecenje.html
14. Radiologija u oblaku. Dostupno na: http://www.t-blog.com.hr/2013/04/croris-teleradiologija-u-oblaku/

15. Radiološki informacioni sistem, Babić Rade, Milošević Zoran, Stanković-Babić Gordana. Dostupno na: http://publisher.medfak.ni.ac.rs/2012-html/4-broj/Rade%20Babic-Radioloski.pdf
16. Radiology in 2002 and Beyond, Hedvig Hricak, 2002. Dostupno na: http://hrcak.srce.hr/file/22528
17. Uspjeh teleradiologije kao ptvrda teleradiološke izvrsnosti, Ivan Drnasin. Dostupno na: http://hdimr.hr/hr/wp-content/uploads/2009/3/RV-1-2009.pdf
18. Teleradiology – Radiology at distance, Rade Babić, Milošević Zoran, Stanković-Babić Gordana. Dostupno na: http://www.medfak.ni.ac.rs/acta%20facultatis/2012/3-2012/6.pdf
19. Teleradiology. Dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Teleradiology
20. ACR STANDARD FOR TELERADIOLOGY, 2003. Dostupno na: http://imaging.stryker.com/images/ACR_Standards-Teleradiology.pdf
21. Medical-Legal Issues in Teleradiology, Scot B. Berger, Barry B. Cepelewicz, 1996. Dostupno na: http://www.ajronline.org/doi/abs/10.2214/ajr.166.3.8623616
22. Security protection of DICOM medical images using dual-layer reversible watermark with tamper detection capability. Tan CK, Sheah K., Poh CL, Guan YL. 2011. Dstupno na: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20414697

10. ŽIVOTOPIS

Osobni podaci:

Ime i prezime: Ivana Križić

Datum i mjesto rođenja: 20.ožujka 1994.

E- mail: ikrizic73@gmail.com

Obrazovanje:

2000. - 2008. Osnovna škola Žrnovnica, Split, Republika Hrvatska

2008. - 2012. Zdravstvena škola Split, medicinska sestra, Split, Republika Hrvatska

2012. - 2015. Sveučilišni Odjel zdravstvenih studija Split, Preddiplomski sveučilišni studij radiološka tehnologija

Dodatno obrazovanje:

2002. EDUKA, škola stranih jezika, tečaj engleskoj jezika

2010.- 2011. 6 KYU Karate klub Sokol, Split

2013.Vozačka dozvola, B kategorija

2013.- 2014. Pitagora, škola stranih jezika, tečaj njemačkog jezika.

Iskustva tijekom obrazovanja:

Ljetna praksa u Zdravstvenoj školi Split na završetku 2. i 3. Razreda (Neurokirurgija, JIL) SOZS:

Klinička praksa I

Klinička praksa II

Klinička praksa III