

Predavanja
mr Dragana Antića

Telemedicina

Telemedicina¹ je pružanje zdravstvene zaštite na daljinu i razmena medicinskih informacija upotrebom telekomunikacionih i informatičkih tehnologija. Obuhvata širok opseg aktivnosti u medicini kao što su dijagnostika, tretman, prevencija, kontinuirana medicinska edukacija zdravstvenih radnika, edukacija pacijenata, istraživanja i evaluacija u medicini. Telemedicina smanjuje ili elimiše vreme i troškove transporta pacijenta do doktora, ili doktora do pacijenta. Telemedicina omogućava pružanje zdravstvene zaštite prevazilazeći prostorne, vremenske, društvene i kulturne prepreke. U telemedicini od primarnog značaja je transfer informacija između zdravstvenih radnika i korisnika zdravstvene zaštite, a ne transport ljudi odnosno navedenih učesnika (zdravstvenih radnika i korisnika zdravstvene zaštite).

Telemedicina podrazumeva upotrebu modernih komunikacionih i informacionih tehnologija, naročito dvosmernih konverzionih audio/video komunikacija, telemetrije², Interneta i kompjutera za pružanje zdravstvene zaštite udaljenim pacijentima, ili da bi se omogućila razmena informacija između udaljenih zdravstvenih radnika. Telemedicina podrazumeva pružanje zdravstvene usluge na daljinu i predstavlja alternativu uobičajenom susretu „licem u lice“ pacijenta i zdravstvenog radnika. Na taj način unapređenja komunikacionih i informacionih tehnologija, čiji se značaj u medicini brzo povećava, utiču ne samo na pružanje zdravstvene zaštite nego i na odnos lekar-pacijent. Pored toga što telemedicine podrazumeva korišćenje telekomunikacionih i informacionih tehnologija, ona istovremeno postavlja zahtev da se u razvoju tih tehnologija planiraju i telemedicinske usluge.

Termini koji su povezani sa telemedicinom su telenega i telezdravlje. Telenega se definiše kao praksa nege pacijenata koristeći telekomunikacionu tehnologiju. Sistemom telenega pomaže se pacijentima sa hroničnim oboljenjima da nauče da upravljaju svojim stanjem.

Telezdravlje podrazumeva javnozdravstvene aktivnosti na daljinu.

¹ *Tele* (grčki), na daljinu

² Telemetrija – očitivanje instrumenata na udaljenim lokacijama i transmisija podataka upotrebom telekomunikacionih tehnologija

Istorija telemedicine

Ljudi su bili sposobni da razmenjujemo informacije o zdravstvenim okolnostima na daljinu mnogo pre nego što su moderne tehnologije postojale. Obična sredstva, kao što su dimni signali, zvona, zastave i znakovi, korišćeni su sa ovom namerom u prošlosti.

Istorija moderne telemedicine povezana je sa istorijom telekomunikacija i informatike. Značajni momenti u razvoju telekomunikacija i informatike, koji su istovremeno značajni i za razvoj telemedicine, su pronalasci i uvođenje: električne telegrafije sredinom 19. veka, telefona krajem 19. veka, radio prenosa krajem 19. veka, televizije u prvoj polovini 20. veka, i dvosmerne televizijske veze 1950-tih godina, satelitskih telekomunikacija u drugoj polovini 20. veka, uvođenje digitalnih umesto analognih telekomunikacija u drugoj polovini 20. veka, Interneta i mobilne telefonija krajem 20. veka.

Jedan od događaja koji je povezan sa stvaranje moderne telemedicine odigrao se sa Belovim otkrićem telefona. Kada je njegov telefon prvi put proradio, Bel je vikao u ovu spravu: „Votsone, dođi ovamo! Trebaš mi.“ Bel je pokušavao da dozove u pomoć svog pomoćnika, Votsona, nakon što se sumporna kiselina prelila preko njegove ruke iz oborene baterije. Početkom dvadesetog veka putem telefonske linije izvršen je prenos elektrokardiograma (EKG) i elektroencefalograma (EEG). Telefon je i danas ostao najčešće korišćeno tehnološko sredstvo za telemedicinske aktivnosti kao što je npr. pozivanje hitne pomoći ili dobijanje saveta od zdravstvenog radnika. Prvi medicinski savet pomorskim putnicima, korišćenjem radio talasa, ostvaren je 1920. godine.

Značajan momenat u razvoju telemedicine predstavlja otkriće televizije. Prva put je dvosmerna televizijska veza bila primenjena, u svrhu edukacije, 1964. godine za razmenu informacija između dve psihijatrijske institucije u SAD-u. Prvi primer telehirurgije odigrao se 1965. godine kada je kardiohirurg Majkl DeBejki obavio hirurški zahvat na srcu u Sjedinjenim Državama, a postupak uživo prenosio bolnici u Ženevi, koristeći satelit.

U novije vreme razvoj satelitskih komunikacija, računarskih mreža, Interneta, videokonferencijskih sistema i mobilne telefonije olakšao je prenos svih tipova informacija, uključujući video informacije, i samimi tim proširio mogućnosti za telemedicinske primene. Internet ima rastuću popularnost izvora medicinskih informacija i daje nove osnove za razvoj telemedicine.

Svrha telemedicine

Svrha telemedicine je da (a) poboljša zdravstvenu zaštitu, (b) unapredi edukaciju korisnika zdravstvene zaštite, (c) unapredi kontinuiranu edukaciju zdravstvenih radnika i edukaciju studenata i učenika na medicinskim usmerenjima.

Uloga telemedicine u poboljšanju kvaliteta zdravstvene zaštite jeste da obezbedi jednakost pristupa servisima zdravstvene zaštite i smanje troškovi zdravstvenih usluga u situacijama:

1. Prevazilaženja prostorne i vremenske granice u pružanju zdravstvene zaštite:
 - a. Stanovnicima ruralnih predela. Na ovom polju naročito se radi na razvoju telemedicinskih sistema u zemljama sa velikim ruralnim područjima kao što su Australija, Kanada, Norveška i SAD
 - b. Posadama i putnicima u brodskom saobraćaju i avio-saobraćaju, i radnicima na naftnim platformama. Zbog sporosti brodova, potreba za telemedicinom u brodskom saobraćaju je veća u odnosu na avio-saobraćaj. Stopa potrebe za profesionalnom medicinskom asistencijom u avio-saobraćaju iznosi oko 1 na svakih 50000 prevezenih putnika
 - c. Članovima istraživačkih ekspedicija u geografski udaljenim delovima naše planete ili članovima kosmičkih ekspedicija
 - d. Povređenim osobama u nesrećama. Veliki broj fatalnih povreda u saobraćajnim nesrećama desi se daleko od zdravstvene institucije. Adekvatna intervencija na mestu nesreće smanjuje smrtnost
 - e. Pacijentima čija bolest zahteva hitnu intervenciju
 - f. Pomoć udaljenim zdravstvenim radnicima u pružanju zdravstvene zaštite
2. Prevazilaženja društvenih i kulturnih prepreka u pružanju zdravstvene zaštite – pružanje telemedicinske pomoći nerazvijenim zemljama od strane medicinskih centara razvijenih zemalja. To podrazumeva pomoć zdravstvenim službama tih zemalja ili direktnu telemedicinsku pomoć pacijentima.

Nedostaci telemedicine

Pored jasne koristi koje nudi telemedicina, ona istovremeno ima i određene nedostatke:

1. Retko dostupna telekomunikaciona oprema visokog kapaciteta upravo tamo gde je telemedicina najpotrebnija, npr. u ruralnim predelima. Ovo može značajno povećati inicijalne troškove razvoja telemedicinskog sistema. Jedno od rešenja je upotreba bežične infrastrukture u tim područjima
2. Nedovoljno razrađeni pravni aspekti rada u uslovima telemedicine. Između ostalog, problemi sa licencama za rad lekara ako se pacijent nalazi u jednoj državi, a lekar u drugoj državi
3. Nemogućnost da lekar obavi pregled pacijenta kao u uobičajenim uslovima. Korišćenje telefonske linije omogućava prenos samo audio informacija. Dvosmerna audiovizuelna veza omogućava prenos i audio i vizuelnih informacija, ali ne omogućava dodirivanje pacijenta (palpacija) ili perkusiju, što može biti od ključnog značaja za postavljanje nekih dijagnoza ili stanja, npr. akutnog abdomena. Nije omogućen ni prenos mirisa. Lekar takođe nije u mogućnosti da izvodi određene testove ili manipulacije sa pacijentom, npr. ispitivanje mišićne snage, ili ispitivanje refleksa. Sve ovo može umanjiti pouzdanost dijagnoza u telemedicini u odnosu na uobičajeni način rada u medicini
4. Nedovoljna spremnost jednog dela zdravstvenih radnika da primenjuju telemedicinu zbog potrebe za dodatnom edukacijom, male materijalne naknade ili straha od gubitka pacijenata
5. Održavanje zdravstvene dokumentacije je komplikovanije u telemedicini

Telemedicinski sistem

Osnovne komponente telemedicinskog sistema čine kadrovi i telemedicinska tehnologija. Neophodno je da zdravstveni kadrovi, pored znanja i veština za rad u uobičajenim uslovima, prođu neku vrstu obuke za rad u telemedicinskim uslovima. Od velike

važnosti je postojanje rasporeda aktivnosti i zaduženja kadrova koji su angažovani za rad u telemedinskom sistemu, jer aktivna oprema i prisustvo pacijenta na jednoj strani veze ne znači mnogo ako na drugoj strani nema prisutnog zdravstvenog radnika.

Telemedicinske tehnologije i servisi

Telemedicinske tehnologije podrazumevaju integraciju telemedinskih servisa i telemedicinske infrastrukture (telekomunikacionih i informacionih tehnologija). Telemedicinski servisi mogu biti podeljeni na četiri područja:

1. Pomoć u medicinskom odlučivanju – odlučivanje koje se odnosi na dijagnozu ili odlučivanje koje se odnosi na terapiju
2. Prenos podataka o pacijentu – npr. prenos podataka iz medicinske dokumentacije, prenos radiografskih slika ili daljinsko očitavanje EKG signala
3. Saradnja zdravstvenih radnika – jedan zdravstveni radnik neposredno opservira pacijenta i prikuplja podatke o istoriji bolesti i sadašnjem statusu i o tome diskutuje sa drugim zdravstvenim radnikom koji je na udaljenoj lokaciji
4. Edukacija na daljinu

Na osnovu tipa interakcije između zdravstvenih radnika i korisnika zdravstvene zaštite, telemedicina može biti:

1. Sinhrona (interaktivna, u realnom vremenu) – zasnovana na komunikaciji zdravstvenog radnika i pacijenta ili komunikaciji dva zdravstvena radnika u realnom vremenu, npr. putem direktne dvosmerne audio komunikacije ili videokonferencije.
2. Asinhrona (sačuvaj-i-prosledi) – zasnovan na čuvanju i prenosu, sa jedne lokacije na drugu, zapisa različitog formata kao što su tekst, slike (npr. radiografija), audio ili video zapisa (video klipovi). Ne zahteva neposrednu komunikaciju zdravstvenih radnika i pacijenata. Najčešće se radi o prenosu radiografskih slika ili slika patohistoloških preparata

Specifične primene telemedicine uključuju:

1. Telepatologija – transmisija i interpretacija slike histološkog preparata u svrhu dijagnoze ili konsultacija
2. Teleradiologija – transmisija i interpretacija radiološke slike u svrhu dijagnoze ili konsultacija
3. Teledermatologija
4. Telekardiologija
5. Telepsihijatrija

Telemedicinska infrastruktura

Telemedicinska infrastruktura (telekomunikacione i informacione tehnologije) su, pored telemedicinskih servisa, druga osnovna komponenta telemedicinske tehnologije. Pre izbora opreme neophodno je razmotriti prirodu informacija koje treba preneti sa jednog mesta na drugo, količinu informacija, kao i bezbednost informacija. Oprema mora imati tehničke karakteristike koje će omogućiti prenos onog tipa informacija koji je predviđen planom telemedicinskog sistema. Neophodno je da oprema, kao i svaki drugi medicinski uređaj, poseduje visoku pouzdanost u svom radu. Oprema je često, delom ili kompletno, već prisutna pre planiranja telemedicinskog sistema (npr. telefonska linija). Poželjno je inicijalnu nabavku opreme uskladiti sa unapred postavljenim zdravstvenim ciljevima, i na taj način izbeći nepotrebne troškove.

Informacije koje treba preneti ili sačuvati u telemedicini po svom tipu mogu biti: dokument, slika, zvuk, video, ili kombinacija navedenog. Tip i količina informacija koje treba preneti zavise od zdravstvenog problema. Nekada je potrebno preneti jednostavan numerički podatak, npr. podatak o arterijskoj tenziji. U ovom primeru bilo bi dovoljno raspolagati opremom za prenos teksta. U drugim situacijama porebno je preneti više kvalitativne informacije, kao što je npr. psihijatrijski intervju gde je lekaru potrebno da opservira stav, facijalnu ekspresiju i govor pacijenta. U ovom drugom primeru trebalo bi raspolagati opremom za videokonferencije.

Dokument, kao tip informacije, se može preneti elektronski ako u takvom obliku postoji u računaru. Ako je dokument u papirnom obliku mora se prvo digitalizovati upotrebom skenera ili kamere, posle čega se dokument čuva i prenosi kao slika u računaru.

Kada su u pitanju slike (npr. radiografije), moderni dijagnostički aparati uglavnom poseduju digitalne izlaze, tako da slike koje oni generišu mogu biti prenete elektronski bez dodatnih intervencija. Slike u papirnom obliku moraju se prvo digitalizovati upotrebom skenera ili kamere. Za zadovoljavajuću daljinsku konsultaciju neophodna je minimalna veličina od 640x480 piksela za kompjuterizovanu tomografiju (CT) i magnetsku rezonancu (MRI), i 1024x768 piksela za angiografske slike.

Za prenos audio informacija, najčešće je potreban odgovarajući mikrofonski uređaj za prenos ljudskog glasa. Za auskultaciju je potreban elektronski stetoskop.

Za prenos video informacija, u većini slučajeva zadovoljavajuća je komercijalna videokonferencijska oprema koja daje nešto niži kvalitete slike u odnosu komercijalne televizije. Standardna videokonferencijska oprema reprodukuje sliku sa 288 linija (352 piksela po liniji), dok se u komercijalnom PAL standardu to čini sa 625 linija. U novije vreme, Internet tehnologije, minijaturizacija video opreme i njeno povezivanje sa PC računarima, olakšali su upotrebu i smanjili cene videokonferencijskih funkcija.

Oprema koja omogućuje prenos i čuvanje svih navedenih tipova informacija može se podeliti na: (a) ulazne uređaje, (b) telekomunikacione kanale odgovarajuće propusne moći, (c) izlazne uređaje, i (d) informatička oprema za čuvanje i pretraživanje informacija.

Ulazni i izlazni uređaji moraju postojati kako na strani pacijenta tako i na strani zdravstvenog radnika. Potrebno je da tehničke karakteristike ulaznih i izlaznih uređaja budu usklađene, npr. ako ulazni uređaj generiše sliku veličine 1024x768 piksela, poželjno je da i izlazni uređaj poseduje mogućnost rada sa takvim formatom slika.

Primeri ulaznih (input) uređaja su:

1. Kamera – za unos vizuelnih informacija
2. Mikrofonski uređaj – za unos audio informacija, npr. glasa ili zvuka iz stetoskopa
3. Skener – za digitalizaciju informacija u papirnom obliku (papirna medicinska dokumentacija) ili radiografija
4. Faks

Primeri izlaznih (output) uređaja su:

1. Monitor
2. Zvučnik
3. Štampač

Kada su u pitanju telekomunikacioni kanali, izbor zavisi od:

1. Brzine prenosa
2. Pouzdanosti
3. Dostupnosti
4. Troškova

Najvažnija tehnička karakteristika je brzina prenosa. Jedinice za količinu informacije koje treba preneti jesu bit i Bajt (*Byte*, engl.) (osam bitova čini Bajt). Brzina telekomunikacionih linija iskazuje se obično u bit/s (b/s). Jedan karakter u tekstualnim informacijama odgovara otprilike količini informacija od jednog Bajta. Brzine su od 75-300 b/s, koliko su iznosile 50-ih i 60-ih godina prošlog veka, narasle su na 1 Mb/s do 1 Gb/s u 2010. godini. Brzina današnjih Internet linija za kućne korisnike (ADSL, kablovski ili „bežični“ Internet) obično prelazi 256 kb/s.

Zavisno od postavljenih ciljeva u telemedicini, razlikuju se potrebe za brzinom u telekomunikacionim linijama. Najmanja brzina je potrebna za prenos tekstualnih podataka, a naveća za prenos video informacija u realnom vremenu. Npr. za potrebe video konferencijske veze potreban je prenos podataka od 64 kb/s–2 Mb/s, za kvalitetnu video vezu za dijagnostičke potrebe potreban je kapacitet od 2 Mb/s–15 Mb/s, dok je za prenos elektrokardiograma (EKG) potreban minimalni propusni opseg od 3-4 kb/s.

Primeri telekomunikacionih kanala i odgovarajuće brzine prenosa koje su moguće:

1. Telefonska linija 56 kb/s
2. ISDN, digitalna mreža integrisanih servisa 128 kb/s
3. Zakupljena linija – trajna digitalna veza između dve lokacije 2 Mb/s

4. Mobilna telefonija 100 kb/s
5. Radio veza 16-32 kb/s
6. Mirkotalasna radio veza 2 – 10Mb/s
7. Satelitska veza – karakteriše se visokim troškovima korišćenja 2 Mb/s
8. ADSL i kablovski modem – omogućavaju priključenje na Internet >1 Mb/s

Informatička oprema uključuje hardver i softver koji omogućava čuvanje i pretraživanje svih tipova informacija u telemedicini, i integraciju ulaznih/izlaznih uređaja i telekomunikacionih kanala.