

Research Review Paper ■

Telemedicina in ortopedija

Jakob Naranda, Tomaž Brodnik, Milko Milčič, Dejan Dinevski

Izvleček. Telemedicina uporablja telekomunikacijsko tehnologijo za zagotavljanje zdravstvenih storitev na daljavo in predstavlja inovativno orodje tudi na področju kirurgije. Začetni razvoj telemedicine v kirurških strokah, zlasti na področju ortopedije, je najprej omogočila teleradiologija s sočasnim razvojem telekonzultacij. Številne študije poročajo o prednostih uporabe telemedicine, kot so zmanjšano število preiskav, hitrejša diagnostična obravnava, optimizacija zdravljenja, večje zadovoljstvo bolnikov in zmanjšani stroški obravnave. Hkrati je razvoj telemedicine doprinesel k razvoju dodatnih orodij in aplikacij, ki so v pomoč specialistom oz. kirurgom operaterjem, npr. telekirurgija. Poleg tega telemedicina omogoča spremljanje bolnika na daljavo, telementorstvo in telekonference. Prispevek prinaša pregled literature o vseh teh področjih z vidika ortopedije.

Telemedicine and Orthopaedics

Abstract. Telemedicine uses telecommunication technology for providing health services over a distance and provides an innovative tool also in the field of surgery. The initial development of telemedicine in surgical specialities, especially in orthopaedics, was first enabled by teleradiology and a concurrent development of teleconsultations. Numerous studies report on the advantages of using telemedicine, such as reduced number of diagnostic procedures, faster diagnostics, optimised treatment, better patient satisfaction and reduced costs of treatment. The development of telemedicine has also brought about the development of additional tools and applications that the consultant physicians and surgeons, e.g. telesurgery. In addition, telemedicine enables telemonitoring, teletutoring and teleconferences. The article reviews the literature on all these topics from the viewpoint of orthopaedics.

Instituciji avtorjev / Authors' institutions: Oddelek za ortopedijo, Univerzitetni klinični center Maribor (JN, TB, MM); Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru (DD).

Kontaktna oseba / Contact person: Dejan Dinevski, Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru, Taborska ulica 8, SI-2000 Maribor. e-pošta / e-mail: dejan.dinevski@um.si.

Prejeto / Received: 28.8.2013. Sprejeto / Accepted: 23.12.2013.

■ **Infor Med Slov:** 2013; 18(1-2): 19-24

Uvod

Telemedicina pomeni uporabo telekomunikacijske in informacijske tehnologije za zagotavljanje zdravstvenih storitev na daljavo (preventive, diagnostike, zdravljenja in spremljanje bolnika), kadar eden ali več izvajalcev zdravstvenih storitev in/ali pacient niso na istem mestu. Vključuje prenos zdravstvenih podatkov kot besedilo, zvok, slikovni material ali v drugi obliki. Sočasno s telemedicino so se pojavili tudi drugi sorodni pojmi, zlasti telezdravstvo (telehealth), ki vključuje prenos zdravstvenih informacij predvsem v klinične, administrativne in izobraževalne namene in je zasnovano širše – usmerjeno je v človeka in njegovo splošno dobro počutje in promocijo zdravja. V Sloveniji se za to področje uporablja tudi izraz zdravje na daljavo. V literaturi zasledimo tudi pojem telenega (telecare), ki pomeni prenos informacij, potrebnih za diagnostiko in terapijo pacientov na domu.

Telemedicino lahko v splošnem razdelimo na tri kategorije: "shrani in posreduj" (store-and-forward) za posredovanje zdravstvenih podatkov za kasnejšo uporabo; tele-nadzor (remote monitoring), ki omogoča zbiranje rutinskih ali ponavljajočih se podatkov o bolniku na daljavo (EKG, krvni tlak, krvni sladkor idr.); in interaktivna telemedicina (real-time interactions, telekonzultacije), za katero je značilno posredovanje informacij v realnem času. Dostopnost telemedicine so omogočili predvsem hiter razvoj računalniške in informacijske tehnologije, nižje cene, zanesljivost in enostavna uporaba opreme, hitrejša omrežna povezave in razvoj brezžičnih in satelitskih komunikacij.

Uporaba telemedicine v zdravstvu lahko omogoči hitrejši in boljši dostop do zdravstvenih storitev, diagnostične obravnave in določitve zdravljenja, izvaja se manj dodatnih preiskav ali napotitev v drugo ustanovo, omogočena je izboljšana komunikacija oziroma posvetovanje med zdravstvenim osebjem (konzultacije), s čimer je obdelava bolnika hitrejša in kakovostnejša, zmanjšajo pa se tudi stroški zdravljenja.¹

Telemedicina v ortopediji

Zaradi staranja prebivalstva se je število ortopedskih obravnav v zadnjem času zelo povečalo. V povprečju ugotavljajo, da je kar 10 % bolnikov, pregledanih na primarnem nivoju, kasneje napoteni na obravnavo k specialistu, kar mnogokrat vodi do podvajanja diagnostičnih postopkov, preiskav in kontrol ter neugodno vpliva na razmerja med stroški in koristmi. Telemedicina na področju ortopedije ponuja več rešitev in z uporabo teleradiologije in telekonzultacij med zdravniki primarnega nivoja in specialisti ortopedi vpliva na zmanjšano število preiskav, hitrejšo diagnostično obravnavo, omogoča optimizacijo zdravljenja in zmanjšuje stroške obravnave.

Razvoj teleradiologije s sočasno možnostjo telekonzultacije omogoča posredovanje opisa slikovnega materiala oz. strokovnega mnenja (diagnostični izvid) med zdravniki na daljavo. Telekonzultacije služijo tudi za posredovanje strokovnega mnenja med specialisti, sestajanje konzilija, omogočajo strokovna srečanja na daljavo, nudijo informacije o novih metodah zdravljenja in druge vsebine, ki so zdravnikom prosto dostopne. K razvoju telemedicine štejemo tudi razvoj programske opreme, še posebej na področju teleradiologije, ki v ortopediji služi za predoperativno pripravo v smislu načrtovanja operacije in izbire protetičnega materiala (npr. umetnega sklepa) ter omogoča pooperativno spremljanje. V zadnjih letih številne študije s tega področja opisujejo prednosti in koristi uporabe telemedicinske tehnologije na področju ortopedije in poročajo o pozitivnih izkušnjah in rezultatih.²

Teleradiologija

Teleradiologija je sredstvo za elektronsko posredovanje radiografskih slikovnih datotek iz ene lokacije na drugo. Zajema pet osnovnih komponent: enoto za pošiljanje, omrežje, enoto za shranjevanje, enoto za prikazovanje digitalnih slik in programski paket. Slike so navadno shranjene v

Digital Imaging and Communications in Medicine formatu (DICOM), ki je standardizirana oblike zapisa.³

Teleradiologija omogoča ogled digitalnih slik več oseb na različnih lokacijah hkrati. To omogoča zdravnikom, da niso več odvisni od ustnega ali pisnega opisa določene rentgenske slike, temveč lahko slikovni material tudi sami pregledajo, kar izboljša diagnostično obravnavo bolnikov, opredelitev o obsežnosti poškodbe in odločitev glede terapije oziroma operativnega zdravljenja.⁴ Na področju ortopedije in travmatologije so s pomočjo teleradiologije zmanjšali število nadaljnjih terapevtskih ukrepov, število premestitev v druge ustanove in izboljšali načrtovanje kirurških posegov.⁵ Prav tako je teleradiologija omogočila konzultacije med specialisti znotraj iste ustanove kot tudi z drugimi ustanovami ali s tujino. Dodatna prednost je hiter dostop, dolgoročno shranjevanje slik, do katerih lahko dostopamo kadarkoli, in ugodno razmerje med stroški in koristmi. Slabosti teleradiografije so največkrat stroškovne ali tehnološke v smislu napake v sistemu, ki začasno ali trajno onemogoči dostop do radioloških slik.^{6,7}

Sočasno s klinično podprto uporabnostjo teleradiologije se je pričel tudi razvoj terapevtskih orodij za izboljšano analizo slike – telediagnostika. Prvo tako terapevtsko podprto orodje za področje ortopedije je bilo zasnovano kot projekt TeleOrtho, ki je zajemal aplikacijo za analizo slik (Image Evaluation Module) in aplikacijo za spremljanje celjenja zlomov (Fracture Healing Monitor Module). Program je bil zasnovan s pomočjo sistema za podporo odločanja in je tako zagotavljal optimizacijo kliničnih odločitev.⁸ Podoben je tudi program RODIA (Relative Optical Density Image Analysis), ki omogoča spremljanje mineralizacije kostne poke v različnih fazah celjenja po zlomu in tako objektivno ocenjuje uspešnost celjenja, stopnjo osteolize, razmaganja ortopedskih implantatov in ugotavlja drugo kostno patologijo.^{2,9}

V okviru ortopedske kirurgije je zelo uporabna aplikacija OrthoView, ki je bila razvita v

sodelovanju z ortopedi in enim večjih dobaviteljev PACS (Picture Archiving and Communication System – tehnologije, ki zagotavlja ekonomično shranjevanje in priročen dostop do medicinske slikovne dokumentacije). Aplikacija omogoča predoperativno pripravo in načrtovanje operacije pri večini ortopedskih posegov, kot so artroplastika (umetna zamenjava sklepa), revizijske operacije, osteotomija, operacije zaradi deformacije okončin in operacije na hrbtenicah. Hkrati ima sistem dostop do obsežne spletne knjižnice digitalnih vzorcev umetnih protez večine svetovnih proizvajalcev, posreduje informacije o več tisoč različnih delih telesa ter shranjuje podatke o osteosintetskih materialih. Med načrtovanjem operacije lahko s pomočjo programa pri artroplastičnih operacijah optimiziramo velikost in postavitev proteze, v primeru osteotomije pri deformacij okončin pa lahko načrtujemo potek osteotomije in določimo korekcijske rezne površine. Orthoview zajema tudi pediatrični modul (uporaben pri ugotavljanju razvojne kolčne displazije otrok in drugih kongenitalnih deformacij) in pomoč pri zdravljenju kostnih zlomov (Fracture Management Module) za hitro in ustrezno načrtovanje zdravljenja (stabilizacija zloma, uporaba dinamičnih kolčnih vijakov, ipd.). Dodatno OrthoView z aplikacijo ImageShare omogoča hitro in varno pošiljanje digitalnih slik preko spletne pošte hkrati z operativnim načrtom, aplikacija FollowMe pa omogoča načrtovanje operativnega postopka od doma.

Podobna je aplikacija IMPAX, ki poleg dostopa do podatkov in prikaza preiskav na zaslonu pomaga učinkovito izpeljati nadaljnjo nego bolnika od izbire proteze do kontrole ter izvede opravila, ki olajšajo delo ortopedov (dostop do podatkov o predhodnih preiskavah, upravljanje knjižnice predlogov za proteze in posvetovanje z drugimi zdravniki glede podatkov o bolniku). Meritve lahko izvedemo z referenčnim objektom, ki ga zajamemo na posnetku, obstaja pa tudi program z bazo ponudnikov endoprotez, ki olajša izbiro in meritve proteze za posamezno operacijo. Tak sistem omogoča tudi uspešno zagotavljanje telekonzultacij, dostopnost podatkov od doma in ukrepanje na daljavo v urgentnih primerih. Sistem

je v vseh slovenskih bolnišnicah uspešno implementiran, v naslednjem koraku pa bi bilo potrebno povezati posamezne informacijske sisteme bolnišnic z nacionalno podatkovno zbirko.^{10,11}

K razvoju teleradiologije na področju ortopedije lahko prištevamo tudi računalniško vodeno (navigacijsko) operativno tehniko, kjer z določitvijo trirazsežnega prostora orientiramo operativno področje in s tem zagotovimo optimalno vstavitve protetičnega materiala, kar izboljša pooperativno biomehaniko sklepa in dolgoročno ugodno vpliva na preživetje umetnega sklepa. V zadnjih letih revolucionarno metodo na področju artroplastike (vstavitve umetnega sklepa) predstavlja operacija po meri bolnika s pomočjo trirazsežnih modelov, ki so individualno prilagojeni vsakemu bolniku in jih predhodno izdelamo s pomočjo magnetnega slikanja sklepa in računalniške obdelave. Takšen pristop omogoča izdelavo inštrumentarija po meri bolnika in zagotavlja optimalno ležišče vgrajene endoproteze, kar ugodno vpliva na dolgoročno preživetje sklepa, zmanjša števila zapletov, omogoča krajši čas operacije in zmanjšuje stroške operacije.^{12,13}

Telekonzultacije

Telekonzultacija pomeni vidno in glasovno posvetovanje več specialistov na oddaljenih krajih in omogoča posredovanje strokovnega mnenja, interpretacijo kliničnih preiskav, spremljanje bolnikovega stanja, naročanje dodatnih preiskav, potrditev diagnoze, ustrezno zdravljenje, hitro ukrepanje pri zapletih ali preprečevanju komplikacij. Poleg tega uporaba telekonzultacij zagotavlja večje zadovoljstvo bolnikov, pozitiven učinek na zdravje, zmanjšano število kontrolnih pregledov, preiskav in medicinskih intervencij ter ugodno vpliva na razmerje med stroški in koristmi.^{4,14}

Ločimo dva načina telekonzultacije: sinhrono, to je interaktivno obliko v živo, ki poteka v realnem času, npr. telefonski pogovor ali videokonferenca,

ki je posebej primerna v urgentnih primerih ali kot intraoperativna konzultacija; in asinhrono obliko, kjer se podatki predhodno shranijo in arhivirajo in nato posredujejo po spletu ali v drugi elektronski obliki (npr. osnovni podatki o bolniku, kot so starost, diagnoze, trenutno prejetje zdravljenja in predhodne hospitalizacije, laboratorijske vrednosti, slikovna diagnostika idr.).¹⁵ Prednost asinhrona telekonzultacije je predvsem, da ne potrebuje tako zahtevne tehnologije in je stroškovno ugodnejša v primerjavi z sinhrono obliko telekonzultacije.^{5,16}

Leta 2002 so objavili eno izmed prvih randomiziranih kliničnih študij s področja telekonzultacij v klinični praksi,⁶ ki je zajemala večje število bolnikov. Vključeni sta bili dve skupini bolnikov – ena je posvetovanje s specialistom (ortopedije, urologije, gastroenterologije idr.) opravila na klasičen način (kot napotitev), druga pa s pomočjo telekonzultacije pri osebnem zdravniku. Učinkovitost telekonzultacije in klasične napotitve k specialistu so analizirali glede na število kontrolnih pregledov, preiskav in zdravniških intervencij. Preverili so tudi zadovoljstvo bolnikov in njihovo zdravstveno stanje. Rezultati so pokazali, da se v skupini bolnikov, ki so posvetovanje s specialistom opravili s pomočjo telekonzultacije, pojavlja večja potreba po ponovnem kontrolnem pregledu, predvsem v kirurških specialnostih (ORL, ortopedija in urologija). Razlogi so najverjetneje v tem, da se mora specialist zanašati na ugotovitve splošnega zdravnika, kar pa v kirurških strokah zahteva posebno znanje za izvajanje nekaterih specifičnih diagnostičnih testov. Hkrati so v skupini telekonzultacije ugotavljali statistično značilno večje zadovoljstvo bolnikov in zmanjšano število preiskav in zdravniških intervencij. Avtorji raziskave menijo, da je s pravilno izbiro bolnikov, reorganizacijo zdravstvenega sistema, logistično podporo za izvajanje telekonzultacij in drugimi ukrepi možna uspešna uporaba telekonzultacij v zdravstvenem sistemu.

Uporabnost telekonzultacije v klinični praksi s področja ortopedije so potrdile tudi druge študije. Vladzmyrsky² je pokazal zanesljivo uporabo

telekonzultacij na področju ortopedije v obdobju štirih let, pri čemer je bila posebej uspešna uporaba asinhrona oblike telekonzultacije, ter izdelal poseben protokol izbire bolnikov, ki so primerni za vidokonferenčno obliko telekonzultacije. Abboud⁵ je ugotovil, da v asinhroni obliki telekonzultacije med preiskovalci obstajajo le minimalne razlike v postavitvi diagnoze in načrtovanju terapije ter tako potrdil uspešnost telekonzultacije pri izboljšanju diagnostičnega postopka in odločanja o zdravljenju. Aarnio¹⁷ poroča, da se je s pomočjo telekonzultacije bistveno zmanjšalo število premestitev v oddaljeno ustanovo in da je zadovoljstvo izredno visoko tako med bolniki kot med specialisti. Podobno Tachakra¹⁸ opisuje, da je z uporabo teleradiologije in telekonzultacije možno zmanjšati število napotitev v oddaljeno ustanovo. Gackowski¹⁹ je razvil TeleDICOM programsko opremo, ki omogoča glasovno telekonzultacijo o radioloških slikah in sinhrono digitalno slikovno komunikacijo med specialisti znotraj ustanove in med oddaljenimi centri v realnem času.

Zadnje novosti

Novost v telemedicini na področju ortopedije predstavlja razvoj globalnih mrežnih skupin, kot je npr. OrthoMind, ki preko spleta povezuje specialiste ortopede in zagotavlja platformo znanja za hitro izmenjavajo informacij. Takšno združenje predstavlja možnost pridobivanja dodatnega znanja, saj lahko zdravniki prikažejo novosti v diagnostični obravnavi in zdravljenju ali pa se posvetujejo z drugimi specialisti glede redkih primerov in podajo svoje strokovno mnenje. Hkrati zajema bazo podatkov, ki specialistom olajša dostop do najnovejših raziskav in kliničnih podatkov. Različna združenja organizirajo tudi učenje na daljavo (telementoring), spletne kongrese (teleconferencing), omogočajo dostop do operativnih tehnik v obliki video posnetkov in zajemajo tudi druge vsebine, ki so ortopedom prosto dostopne.²⁰

Razmeroma nova je tudi telekirurgija (kirurgija na daljavo), ki zdravnikom omogoča, da izvedejo

operacijo z oddaljene lokacije. Telekirurgija je kombinacija robotike, komunikacijske tehnologije in informacijskega sistema, ki ga nadzira zdravnik ali skupina na mestu, kjer se operativni postopek izvaja. Tak pristop omogoča, da lahko določeno zahtevno operacijo opravi izkušen specialist v bolniku domači ustanovi, hkrati pa predstavlja možnost dodatnega širjenja znanja med specialisti.²¹ Čeprav je bil prvi telekirurški poseg čez Atlantik opravljen že leta 2001, ta način sicer še nikjer ni postal del vsakodnevne kirurške prakse.

Zaključek

Telemedicina ponuja veliko potencialnih koristi za zdravnike in za bolnike in je zato postala eno izmed najbolj obetavnih razvojnih področij v okviru zdravstva. Na področju ortopedije in drugih specialnosti telemedicina ponuja vrsto rešitev. Uporaba teleradiologije in telekonzultacij vpliva na zmanjšano število preiskav, hitrejšo diagnostično obravnavo, omogoča optimizacijo zdravljenja in zmanjšuje stroške obravnave. Poleg tega telemedicina v splošni praksi omogoča hiter dostop do informacij, omogoča hitro in zanesljivo izmenjavo strokovnih mnenj, nudi možnost za obravnavo in spremljanje pacientov na daljavo in izboljša dostop do kakovostne oskrbe bolnika z odpravo tradicionalnih ovir za zagotavljanje zdravstvenega varstva, kot so razdalja, mobilnost in časovne omejitve.

V okviru ortopedije razvoj telemedicine prinaša novosti tako v diagnostični obravnavi kot pri zdravljenju ter operativnih postopkih. Razvoj teleradiologije in drugih orodij oz. aplikacij specialistom omogoča dodatne možnosti diagnostične obravnave, predoperativno načrtovanje operacije, izbiro optimalnega umetnega vsadka (proteze) ter uporabo navigacijskega sistema med samo izvedbo operativnega postopka oziroma operacijo po meri bolnika. Takšni postopki omogočajo optimizacijo operativne tehnike in npr. pri vsaditvi endoprotetskih materialov zagotavljajo optimalno

postavitev, kar ugodno vpliva na dolgoročno preživetje umetnega sklepa. Uspešen razvoj kirurških tehnik obeta tudi novosti na področju telekirurgije. Telemedicina na področju kirurgije in tudi v drugih strokah omogoča učenje na daljavo (telementorstvo), udeležbo na strokovnih srečanjih (telekonference) in povezovanje specialistov istih strok preko globalnih omrežij ter ponuja prost dostop do najnovejših raziskav in operativnih tehnik. V prihodnje bo telemedicina postala nepogrešljiv element v sistemu zdravstvenega varstva.

Literatura

1. Sarhan F. Telemedicine in healthcare. 1: Exploring its uses, benefits and disadvantages. *Nurs Times* 2009; 105: 10-13.
2. Vladzimirsky AV. Four years' experience of teleconsultations in daily clinical practice. *J Telemed Telecare* 2005; 11: 294-297.
3. Glinkowski W, Kornacki M. Technological standards of teleradiology function in orthopedics and trauma care. *Ortop Traumatol Rehabil* 2002; 4: 725-730.
4. Wallace P, Haines A, Harrison R, et al. Design and performance of a multi-centre randomised controlled trial and economic evaluation of joint tele-consultations [ISRCTN54264250]. *BMC Fam Pract* 2002; 3: 1.
5. Abboud JA, Bozentka DJ, Beredjiklian PK. Telemedicine consultation for patients with upper extremity disorders is reliable. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 435: 250-257.
6. Wallace P, Haines A, Harrison R, et al. Joint teleconsultations (virtual outreach) versus standard outpatient appointments for patients referred by their general practitioner for a specialist opinion: a randomised trial. *Lancet* 2002; 359: 1961-1968.
7. Beck RD, Saddler C, Ranch R. Preliminary experience with an orthopedic teleradiology service at the Alaska Native Medical Center. *Int J Circumpolar Health* 1998; 57 Suppl 1: 689-690.
8. Kornacki M, Glinkowski W. Decision Support Systems (DSS) in fracture treatment. *Ortop Traumatol Rehabil* 1999; 1: 71-74.
9. Ricci WM, Borrelli J. Teleradiology in orthopaedic surgery: impact on clinical decision making for acute fracture management. *J Orthop Trauma* 2002; 16: 1-6.
10. Hsu AR, Gross CE, Bhatia S, et al. Template-directed instrumentation in total knee arthroplasty: cost savings analysis. *Orthopedics* 2012; 35: e1596-600.
11. Raikin SM, Bley LA, Leb RB. Emerging technology: remote analysis of traumatic musculoskeletal radiographs transmitted by electronic mail. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 516-519.
12. Walker PS, Yildirim G, Arno S, et al. Future directions in knee replacement. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part H, *Proc Inst Mech Eng H J Eng Med* 2010; 224: 393-414.
13. Lombardi AV, Jr., Berend KR, Adams JB. Patient-specific approach in total knee arthroplasty. *Orthopedics* 2008; 31: 927-930.
14. Jacklin PB, Roberts JA, Wallace P, et al. Virtual outreach: economic evaluation of joint teleconsultations for patients referred by their general practitioner for a specialist opinion. *BMJ* 2003; 327(7406): 84.
15. Verhoeven F, Tanja-Dijkstra K, Nijland N, et al. Asynchronous and synchronous teleconsultation for diabetes care: a systematic literature review. *J Diabetes Sci Technol* 2010; 4: 666-684.
16. Ohinmaa A, Vuolio S, Haukipuro K, et al. A cost-minimization analysis of orthopaedic consultations using videoconferencing in comparison with conventional consulting. *J Telemed Telecare* 2002; 8: 283-289.
17. Aarnio P, Lamminen H, Lepisto J, et al. A prospective study of teleconferencing for orthopaedic consultations. *J Telemed Telecare* 1999; 5: 62-66.
18. Tachakra S, Hollingdale J, Uche CU. Evaluation of telemedical orthopaedic specialty support to a minor accident and treatment service. *J Telemed Telecare* 2001; 7: 27-31.
19. Gackowski A, Czekierda L, Chrustowicz A, et al. Development, implementation, and multicenter clinical validation of the TeleDICOM--advanced, interactive teleconsultation system. *J Digit Imaging* 2011; 24: 541-551.
20. Hyman JL, Luks HJ, Sechrest R. Online professional networks for physicians: risk management. *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470: 1386-1392.
21. Giri S, Sarkar DK. Current status of robotic surgery. *Indian J Surg* 2012; 74(3): 242-247.