

Lékařská fakulta Univerzity Palackého
Olomouc

Využití telemedicíny v chirurgii

Doktorandská disertační práce

MUDr. Mgr. Pavel Skalický

I. chirurgická klinika
Lékařská fakulta Univerzity Palackého
Olomouc

Školitel: **Prof. MUDr. Miloslav Duda, DrSc.**

II. Chirurgická klinika
Lékařská fakulta Univerzity Palackého
Olomouc

Olomouc
© 2008

Poděkování

Hlavní poděkování při tvorbě této práce patří panu Prof. MUDr. Miloslavu Dudovi, DrSc., emeritnímu přednostovi II.chirurgické kliniky Fakultní nemocnice Olomouc, za odborné vedení, rady a podněty, které mi při zpracování této problematiky poskytl.

Děkuji také paní Mgr. Kateřině Langové z Katedry biofyziky LF UP za zpracování statistiky a paní Mgr. Jarmile Potomkové za pomoc při rešerši literatury spojené s tématy telemedicíny.

Děkuji také mé rodině za trpělivost a vytváření podmínek pro mou práci.

Obsah

Cíl práce	5
Abecední seznam použitých zkratk.....	6
1 Úvod.....	7
2 Definice pojmů a historie telemedicíny	9
2.1 Telemedicína („ <i>telemedicine</i> “) a související pojmy	9
2.2 Historie telemedicíny.....	11
2.3 Faktory ovlivňující vývoj telemedicíny.....	15
2.3.1 Technologické faktory	15
2.3.2 Netecnologické faktory	16
3 Telemedicínské technologie	19
3.1 Druhy telemedicínských informací	19
3.1.1 Textová data.....	20
3.1.2 Zvuková data	20
3.1.3 Obrazová data	21
3.1.4 Videosekvence	22
3.1.5 Metody datové komprese	23
3.1.6 Telekomunikační standardy.....	24
3.2 Komponenty telemedicínských systémů	25
3.2.1 Videokonferenční zařízení	26
3.2.2 Zobrazovací zařízení	27
3.2.3 Příslušenství telemedicínských zařízení.....	28
3.3 Telekomunikační technologie	28
3.3.1 Telefonní modem	29
3.3.2 ISDN.....	29
3.3.3 ADSL.....	30
3.3.4 Satelitní připojení.....	31
3.3.5 Bezdrátové datové sítě	32
3.3.6 Optické sítě.....	32
4 Telemedicínské služby	34
4.1 Telekonzultace	34
4.2 Teleedukace.....	37
4.2.1 Distanční vzdělávání studentů a pracovníků ve zdravotnictví, e-learning a web-learning	38

4.2.2	Výuka prostřednictvím telekonzultací	39
4.2.3	Přístup veřejnosti k všeobecným zdravotnickým informacím	40
4.3	Telemonitoring	41
4.4	Telechirurgie	43
4.4.1	Telementoring	43
4.4.2	Telerobotická chirurgie	44
4.5	Přínosy a negativa telemedicíny	50
5	Právní a etické aspekty telemedicíny	53
5.1	Povinnost mlčenlivosti zdravotnických pracovníků, ochrana osobních údajů pacientů	53
5.2	Zdravotnická dokumentace	58
5.3	Zabezpečený přenos medicínských dat, elektronický podpis	59
5.4	Právní úprava lékařského výzkumu a používání metod dosud nezavedených v klinické praxi	60
5.5	Poučení a souhlas pacienta	61
6	Soubor studentů a metodika	65
6.1	Teleedukace studentů chirurgie LF UP Olomouc s využitím videokonferenčních přenosů operačních výkonů	65
6.2	E-learning ve výuce chirurgie studentů LF UP Olomouc	70
7	Výsledky	74
7.1	Teleedukace studentů chirurgie LF UP Olomouc s využitím videokonferenčních přenosů operačních výkonů	74
7.2	E-learning ve výuce chirurgie studentů LF UP Olomouc	77
8	Diskuze	81
9	Závěr	86
10	Souhrn a klíčová slova	87
11	Summary and key words	88
12	Seznam obrázků, tabulek a grafů použitých v textu	89
13	Seznam publikací a přednášek	91
14	Literatura	94
	Příloha č.1 Evaluační dotazník – videokonferenční přenosy operačních výkonů	102
	Příloha č.2 Evaluační dotazník – e-learning ve výuce chirurgie	103

Cíl práce

Tato práce shrnuje základní údaje o vývoji telemedicíny, technických požadavcích na telemedicínské systémy a ukazuje na hlavních oblastech jejího využití v praxi. Zaměřuje se přitom na aplikace v chirurgických oborech a to jak ve světě, tak v prostředí České republiky. Kromě medicínských poznatků se snaží i o zhodnocení ekonomických a právních aspektů při poskytování telemedicínských služeb.

Ve vlastní výzkumné části představuje moderní vzdělávací metody na bázi telemedicíny – videokonferenční přenosy operačních výkonů a e-learning. Popisuje zařazení těchto forem výuky do vzdělávání studentů IV. a VI. ročníku Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci v předmětu Chirurgie. Hlavním cílem práce je porovnání výsledků této výuky s její tradiční formou, a to jak v rovině subjektivní evaluace studia ze strany mediků, tak v rovině objektivního zhodnocení jejich znalostí chirurgie.

Abecední seznam použitých zkratk

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BRI	Basic Rate Interface – typ přípojky ISDN
CIF	Common Intermediate Format
Dpi	dots per inch (bodů na palec)
DRG	Diagnosis Related Group
EKG	Elektrokardiografie
FAQs	Frequently Asked Questions
GPS	Global Positioning System
HD	high definition
ISDN	Integrated Services Digital Networks
ITU	International Telecommunications Union
JPEG	Joint Photographic Expert Group
kB	Kilobyte
kbit/s	kilobit za sekundu
LAN	Local Area Network
MB	Megabyte
Mbit/s	megabit za sekundu
MPEG	Moving Picture Expert Group
Mpx	Megapixel
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NTSC	National Television Standards Committee
PAL	Phase Alternation Line
PC	Personal Computer
PRI	Primary Rate Interface – typ přípojky ISDN
QCIF	Quarter Common Intermediate Format
SECAM	Sequential Couleur á Memoire
WAN	Wide Area Network

1 Úvod

Jak uvádí jedna z platných definic, telemedicína představuje využití informačních a telekomunikačních technologií k přenosu zdravotnických informací pro účely vzdělávání, diagnostiky a léčby nemocných. Přestože se může zdát, že historie telemedicíny je poměrně krátká, opak je pravdou. První případy využití telekomunikačních prostředků – konkrétně telegrafu – za účelem přenosu zdravotnických informací se datují do roku 1840. Následný rozvoj telemedicíny byl postupný a souvisel s vývojem a zaváděním nových telekomunikačních technologií, kterými bylo rádiové a televizní vysílání. Již ve 40. letech 20. století začaly například fungovat rádiové lékařské služby poskytující pomoc námořníkům při dálkových plavbách. V 60. letech 20. století byly v USA zahájeny první projekty na zlepšení zdravotní péče venkovských obyvatel pomocí dálkového přenosu elektrokardiografických záznamů a rentgenových snímků do lékařských center, kde byly vyhodnocovány odborníky.

Zásadní zlom ve vývoji telemedicíny představuje příchod digitálních počítačových technologií a Internetu v 90. letech 20. století. Od té doby sledujeme ohromný rozvoj telemedicínských aplikací a dnes jen těžko nalezneme oblast zdravotnictví, která by nebyla telemedicínou „poznamenána“. Nejčastěji je telemedicína využívána v léčebné péči v rámci tzv. telekonzultací. Ty představují lékařská vyšetření nebo konzilia, při kterých je osobní kontakt mezi lékařem a pacientem, případně mezi lékaři navzájem, nahrazen moderními telekomunikačními prostředky. Telemedicína začala být využívána i v další oblasti, kterou je péče o starší a chronicky nemocné v prostředí jejich domovů – telemonitoring.

Informační zdroje jsou dnes v převážné míře dostupné pomocí sítě Internet a nabízejí široce dostupný výukový materiál. Tam, kde předmětem informací a vzdělávání jsou zdravotnická data, hovoříme o teleedukaci jako jedné z aplikací telemedicíny. Touto formou může být realizováno distanční vzdělávání studentů a pracovníků ve zdravotnictví, stejně jako může být zprostředkován přístup veřejnosti k všeobecným zdravotnickým informacím.

Technologický vývoj v posledním desetiletí pokročil natolik, že je možné provádět telerobotické výkony na velké vzdálenosti v odlehlých oblastech nebo místech válečných konfliktů.

K hodnocení telemedicíny je dnes třeba přistupovat komplexně a kromě technických aspektů vyjadřujících „co telemedicína „dokáže“, je nutné zvažovat i aspekty medicínské a hlavně ekonomické. To platí i pro plánování a aplikaci nových telemedicínských technologií do praxe, aby tak zbytečně nedocházelo k diskreditaci její základní myšlenky.

2 Definice pojmů a historie telemedicíny

Hned v úvodu této kapitoly je třeba zmínit, že definice pojmů souvisejících s telemedicínou nejsou v literatuře jednotné. Důvod je ten, že paralelně s rozvojem telemedicíny docházelo a stále dochází ke změnám v obsahové náplni jednotlivých výrazů. Pro oblast České republiky je navíc třeba vzít v úvahu fakt, že hlavní vývoj v oblasti telemedicíny je soustředěn do angloamerických zemí, odkud pochází i většina literárních zdrojů. Česká literatura proto některé pojmy vůbec nepoužívá nebo přebírá originální pojmy z angličtiny bez českého ekvivalentu. Z výše uvedených důvodů si proto v zájmu jednotnosti dalšího výkladu definujeme některé pojmy používané v následujících oddílech této práce.

2.1 Telemedicína („*telemedicine*“) a související pojmy

Předložka *tele-* značí řecký výraz „vzdálený“ resp. „na dálku“, *mederi* je latinským výrazem „léčit“. Prostým slovním výkladem lze dojít k závěru, že telemedicína znamená léčení pacientů lékaři s vyloučením bezprostředního kontaktu – na dálku. Tento výklad je v současné době značně omezující, neboť vlastní léčení pacientů je dnes pouze jednou z náplní telemedicíny. Navíc je tato definice neurčitá, neboť se nevyjadřuje ke způsobu, jakým je léčení na dálku prováděno.

Jedno z vymezení pojmu telemedicína, se kterým se v literatuře setkáme je toto: „Telemedicína je přenos elektronických lékařských informací z jednoho místa na druhé“ [1]. Tato definice na rozdíl od předchozí nahrazuje pojem léčení přenosem elektronických lékařských informací, čímž vymezuje alespoň využití dat a telekomunikačních technologií k uskutečnění dálkového přenosu. Na druhou stranu šíře této definice neříká nic o účelu tohoto přenosu.

V roce 1995 byla publikována další definice telemedicíny: „Telemedicína představuje využití telekomunikací k poskytování lékařských informací nebo služeb“ [2]. Toto vymezení bylo již mnohem konkrétnější než obě předchozí a stalo se základem definice přijaté na Telemedicínském kongresu v USA v roce 1999: „Telemedicína využívá informační a telekomunikační technologie k přenosu lékařských informací pro

účely diagnostiky, léčby a vzdělávání“ [3]. Tato v současnosti nejvíce používaná definice jasně deklaruje využití telemedicíny nejen v oblasti léčení nemocných, ale i v oblasti diagnostiky a vzdělávání ve zdravotnictví. Lékařské informace mohou obsahovat obrazovou dokumentaci, zvukový nebo video záznam, zdravotnické záznamy o pacientech nebo výstupní data z celé řady zdravotnických přístrojů.

Přijetím a publikací naposledy uvedené definice však diskuze ohledně vymezení obsahové náplně telemedicíny neskončily. Některé zahraniční práce dokonce považují termín telemedicina (v anglickém originále *telemedicine*) za nepřesný a zastaralý a nahrazují jej termínem *telehealth* [4]. Důvody k tomu shledávají ve změně charakteru informací, které jsou dálkově přenášeny. Zatímco do poloviny devadesátých let 20. století naprostou většinu telemedicínských spojení tvořily přenosy lékařských informací, v dnešní době jsou ve světě stále častěji využívány i dalšími zdravotnickými profesemi (psychologové, středně zdravotnický personál aj.). Výraz *telehealth* má za úkol vyjádřit právě tuto změnu v náplni telemedicíny s využitím nejen pro lékařské účely.

Definice pojmu *telehealth* je tato: „*Telehealth* je využití informačních a telekomunikačních technologií k přenosu zdravotnických informací pro účely výkonu léčebných, administrativních a vzdělávacích služeb“ [5].

Rozšíření této definice do podoby, kdy obsahuje zdravotnické administrativní informace, ukazuje na využití telemedicínských systémů i pro účely přenosu demografických a provozních údajů, které mají jen velmi málo společného s klinickou náplní. Obdobným způsobem je možné vyvodit, že pokud kurzy distančního vzdělávání zdravotnických pracovníků jsou přiřazeny pod pojem *telehealth*, potom jejich náplní může být i zdravotní politika nebo jiná neklinická témata.

Dalším výrazem, se kterým se ve spojení s telemedicínou můžeme v anglické literatuře setkat je *telecare*. Tento pojem byl zaveden v souvislosti s využitím dálkových přenosů zdravotnických informací v léčbě chronicky nemocných (diabetes mellitus, astma bronchiale, duševní choroby aj.), přičemž termín *telemedicine* zůstává vyhrazen pro primární a sekundární léčebnou péči. Důležitým charakteristickým znakem *telecare* je to, že zdravotnické služby jsou na dálku poskytovány těmto osobám do jejich domovů resp. institucí, kde je o ně pečováno.

Definice *telecare* je tato: „*Telecare* využívá informačních a telekomunikačních technologií k přenosu lékařských informací za účelem diagnostiky a léčby pacientů v místě jejich bydliště“ [5].

Posledním anglickým výrazem, o kterém se na tomto místě zmíníme, je *e-health*. Tento termín je některými autory používán pro telemedicínské aplikace využívající internetové technologie [6, 7]. Někteří pod toto heslo zahrnují pouze využití Internetu k získání všeobecných zdravotnických informací [8]. Vzhledem k tomu, že Internet je jen jednou z technologií přenosu dat, která samotná nemá vliv na medicínský význam přenosu, nezdá se v současné době opodstatněné jeho používání ve smyslu dalšího dělení telemedicíny. Do budoucna je pravděpodobnější, že naopak některé telemedicínské aplikace budou jednou ze součástí souboru funkcí *e-health*.

Z uvedeného vyplývá, že situace ohledně vymezení pojmů souvisejících s dálkovým přenosem zdravotnických informací je v dostupné literatuře dosti nepřehledná a mezi autory často nepanuje shoda. Česká literatura buď používá výše uvedené výrazy v originální podobě bez jejich českého překladu, nebo používá termínu telemedicina pro označení všech skupin přenosu zdravotnických (lékařských) informací ve všech významech. Vysvětlení pro tuto skutečnost je několik. Český výraz medicina neodpovídá exaktně anglickému výrazu *medicine* (lékařství), ale je běžně používán i ve smyslu zdravotnictví tj. anglického *health*. Z tohoto pohledu je možné český ekvivalent telemedicina použít i na náplň spadající do *telehealth*. Navíc se nabízí otázka, zda tato atomizace pojmů je potřebná a účelná, ať už při zavádění, rozšiřování nebo vyhodnocování těchto nových metod v praxi. Jako shrnutí tohoto oddílu uvádím českou definici pojmu telemedicina tak, jak je dále používána v této práci:

„Telemedicina představuje využití informačních a telekomunikačních technologií k přenosu zdravotnických informací pro účely vzdělávání, diagnostiky a léčby nemocných.“

2.2 Historie telemedicíny

Vzhledem k tomu, že telemedicina jako zvláštní objekt zájmu a samostatný obor byla definována mnohem později, není její počátek přesně vymezen. V prvních

obdobích kliničtí lékaři jednoduše začali využívat nově dostupné technologie, primárně vyvinuté za jiným účelem. Pomineme-li používání výstražných ohňů při varování středověkých populací před šířením zánětlivých epidemií a poštovního systému k odesílání zdravotnických dat (obojí je vyloučeno naší definicí telemedicíny), můžeme rozlišit 4 etapy vývoje telemedicíny (tab. 2.1).

Období telegrafu a telefonu	1840 – 1920
Rádiové vysílání	1920 – 1950
Televize / vesmírné technologie	1950 – 1990
Digitální technologie	1990 – dosud

Telegraf, který byl využíván v průběhu Americké občanské války k posílání údajů o počtu raněných, byl jako prostředek dálkové komunikace rychle vystřídán radiotelegrafem po jeho objevu v roce 1897 [9]. Až do konce první čtvrtiny 20.století byly námořní plavby hlavním prostředkem dálkové dopravy, a proto již v období dvacátých let minulého století začaly fungovat rádiové lékařské služby, které v nejrůznější podobě fungují dodnes. Nejznámějším příkladem je *Italian International Radio Medicine Centre*, které zahájilo svoji činnosti v roce 1935 a podle údajů z roku 2000 bylo nápomocno 42000 pacientů, převážně námořníků [10].

Další etapa vývoje telemedicíny je spojena s masovým rozšířením černobílé televize v padesátých letech minulého století. Možnost vizuálně posoudit pacientův stav proti „spoléhání se“ na slovní popis, výrazně zlepšila diagnostiku a zvýšila důvěru osob zúčastněných na léčbě.

Jedním z prvních průkopníků této etapy byl *Nebraska Psychiatric Institute*, který z uzavřeného televizního okruhu vyvinul obousměrné spojení s *Norfolk State Hospital*, který je vzdálen 112 mil. Spojení bylo využíváno pro výuku a konzultace mezi lékaři. Tento projekt je jedním z prvních příkladů telepsychiatrie.

Na konci padesátých let 20.století vznikl díky spolupráci mezi *Lockheed*, *US Public Health Service* a Americkým národním úřadem pro letectví a kosmonautiku (NASA) projekt s názvem „Vesmírné technologie aplikované v moderní péči

o společenství kmene Papaga“. Tento projekt usiloval o poskytnutí lékařské péče venkovskému společenství indiánů kmene Papaga v Arizoně prostřednictvím dálkového přenosu EKG záznamů a rentgenových snímků do lékařských center, kde byly vyhodnocovány odborníky [11]. Toto byl jeden z prvních příkladů využití teleradiologie a jedno z prvních využití telemedicíny k rozšíření dostupnosti tradiční lékařské péče do venkovských oblastí a méně rozvinutých společností. Projekt ukázal i další důležitý příspěvek k rozvoji telemedicíny a tím byla podpora vývoje a výzkumu pro potřeby vesmírných programů. Na konci šedesátých let minulého století dosáhla NASA výrazných pokroků v telemetrii, když se pokoušela objasnit vliv gravitace na krevní tlak, dechové funkce, EKG a další parametry.

V sedmdesátých letech minulého století se objevila nová možnost přenosu dat pomocí satelitních družic a tato skutečnost byla brzy využita k rozšíření pole působnosti telemedicíny. Místem hlavní aktivity byla opět Severní Amerika - jako příklad je možné uvést *Alaska Satellite Biomedical Demonstration Program* nebo některé kanadské projekty zaměřené na zlepšení lékařské péče na venkově a v odlehlých oblastech [12, 13].

Osmdesátá léta 20.století přinesla vzrůstající technické možnosti přenosu audiovizuálních dat včetně přenosu barev a rozšíření použití satelitních spojení i na řešení akutních příhod. Za zmínku stojí dva projekty – prvním z nich je *North-West Telemedicine Project* připravený v Queenslandu v Austrálii [14]. Tento program byl navržen, stejně jako výše uvedené, k poskytnutí lékařských služeb ve venkovských oblastech země včetně původního domorodého obyvatelstva. Jedná se o jediný velký projekt mimo území Severní Ameriky uskutečněný do roku 1990. Jako jeden z prvních programů se současně pokusil o vyhodnocení ekonomického přínosu telemedicíny.

Druhým příkladem je projekt lékařské pomoci NASA při rozsáhlém zemětřesení v Arménii (*SpaceBridge*) v prosinci 1988. Satelitní spojení umožnilo provádění obrazových, zvukových a faxových konzultací mezi zdravotnickými centry v USA a nemocnicí v Jerevanu [15]. Tímto byl uskutečněn první mezinárodní telemedicínský program.

Na konci osmdesátých let dochází k zásadnímu zvratu ve vývoji telemedicíny. Hlavními důvody jejího prudkého rozvoje v následujícím období byl hlavně přechod

od analogových k digitálním technologiím, masové rozšíření počítačů a nových prostředků moderní komunikace (mobilní telefony). Jak již bylo uvedeno výše, před rokem 1980 byl primární výzkum v oblasti telemedicíny prováděn prakticky jen na území Severní Ameriky. Od devadesátých let 20.století se situace mění - do výzkumu se zapojují i pracoviště v Evropě (40%), Asii a Austrálii (10%). Padesát procent primárního výzkumu v oblasti telemedicíny je stále soustředěno na pracoviště v USA [9].

Od poloviny devadesátých let telemedicina proniká do více klinických oborů. Současně s tím roste i počet telekonzultací – např. v USA bylo do roku 1998 provedeno téměř 40000 telekonzultací ve více než 35 lékařských oborech [16]. Je však třeba poznamenat, že statistiky nezapočítávají teleradiologické konzultace, které byly jako první v popředí zájmu a kterých bylo do roku 1997 jen na území USA provedeno 250 tisíc [9]. I dnes je teleradiologie jednou z nosných větví telemedicíny.

Od roku 1994 vidíme fenomenální růst zájmu o nový prostředek komunikace, kterým je Internet. Se zvyšující se kapacitou sítě a rychlejším připojením koncových uživatelů již není Internet využíván jen jako zdroj informací, ale stále častěji i jako nový prostředek komunikace s přenosem obrazu a zvuku. Využití Internetu v telemedicině s sebou přináší i nové problémy – možnost adresování vyměňovaných dat a problém ochrany dat před zneužitím.

Historie telemedicíny v ČR je v porovnání s USA relativně krátká a omezuje se na období digitálních technologií. Hlavními iniciátory telemedicínských projektů byly zprvu telekomunikační provozovatelé, výrobci zdravotnické, telekomunikační a informační techniky, kteří v letech 1998-2002 realizovaly pilotní projekty převážně v oblasti intervenční teleradiologie, akutní neurotraumatologie, telepatologie a telehematologie [17]. Jejich cílem bylo získání praktických zkušeností s telemedicínskými vzdělávacími a konzultačními aplikacemi v prostředí České republiky. Dne 28.března 2006 došlo k vytvoření Sekce Telemedicíny & e-Zdravotnictví Společnosti biomedicínského inženýrství a lékařské informatiky České lékařské společnosti J. E. Purkyně.

2.3 Faktory ovlivňující vývoj telemedicíny

Literatura poměrně přesně vymezuje faktory, které měly a stále mají zásadní vliv na rozvoj telemedicíny a její pronikání do nových oblastí praktického využití. Tyto okolnosti jsou rozdělovány do dvou hlavních skupin na technologické a netechnologické faktory s další možnou kategorizací [5].

2.3.1 Technologické faktory

Technologické faktory vývoje telemedicíny jsou:

- a) počítačové a informační technologie
- b) počítačové sítě a telekomunikační infrastruktura
- c) „technologicky zaměřená společnost“

ad a) Jak již bylo v úvodu zmíněno, hlavním bodem zlomu v rozvoji telemedicíny byl přechod od analogových k digitálním technologiím. Každý další vývoj počítačových a informačních technologií s sebou rychle přináší i rozvoj navazujících služeb a přináší nové možnosti jejich využití. Ruku v ruce s rychlým rozvojem této technologické oblasti jsou i klesající pořizovací ceny počítačového vybavení a příslušenství, zvyšující se výkon systémů, jejich stabilita a technická spolehlivost. Neopomenutelným faktorem je i softwarový komfort obsluhy, který taktéž přispívá k rozšiřování telemedicínských aplikací. Neblahým důsledkem prudkého rozvoje je skutečnost, že systémy „rychle zastarávají“, při jejich dlouhodobém použití neexistuje softwarová podpora v nových aplikacích a vznikají problémy v důsledku inkompatibility.

ad b) Tak jako v celé řadě jiných oblastí založených na výměně informací, tak i v telemedicině byl velký pokrok umožněn díky rozvoji a konvergenci komunikačních technologií. V prvních obdobích to byly modemové technologie, které jsou dnes postupně nahrazovány rychlejšími prostředky a technologiemi využívajícími optické kabely. Právě jejich instalace v USA a dalších zemích včetně ČR znamenala expanzi telemedicínských služeb [18]. I přesto stále větší poptávka po širší datového pásma vede k tvorbě nových přenosových protokolů (např. ADSL) a vylepšením v oblasti bezdrátových a satelitních technologií. Příznivým důsledkem konkurence

poskytovatelů telekomunikačních technologií jsou klesající ceny a širší nabídka nabízených služeb.

ad c) Charakteristika současné společnosti ve vyspělých zemích se vlivem technologického pokroku mění. Uveďme například rozšíření mobilních telefonů, které dnes v jednotlivých zemích pokrývají 80-100% obyvatelstva. Technický pokrok podporuje rostoucí poptávku po lepších technologiích s vyšší přenosovou rychlostí, kvalitou a jednoduchostí obsluhy [19, 20]. USA jsou hlavním místem vývoje v oblasti telemedicíny a je to mimo jiné dáno i největší poptávkou po inovacích a vývoji technologií ze strany americké společnosti.

2.3.2 Netecnologické faktory

Mezi nejdůležitější netecnologické faktory, které napomohly vzniku telemedicíny a jsou stále klíčové v jejím dalším rozvoji, patří:

- a) zajištění lékařské péče v oblastech s její sníženou dostupností
- b) zajištění lékařské péče pro osoby cestující
- c) vojenské aplikace
- d) domácí péče
- e) snížení nákladů ve zdravotnictví

ad a) Zlepšení situace v oblastech se špatnou dostupností lékařské péče bylo cílem výzkumných projektů od samých začátků telemedicíny. Jedná se především o venkovské oblasti s malou hustotou lékařů nebo oblasti, jejichž obyvatelé mohou být izolováni od okolní civilizace např. v důsledku klimatických podmínek. Prostor pro využití telemedicíny nicméně není spatřován pouze v oblastech se špatnou dostupností zdravotnických zařízení, ale i při poskytování zdravotní péče ve věznicích nebo ústavech péče o duševně nemocné [21]. V obou posledně zmiňovaných případech jsou projekty motivovány snížením nebezpečnosti a nákladnosti transportu pacientů do externích zdravotnických zařízení.

ad b) Určitou obdobou výše uvedeného je zdravotní péče o osoby cestující, a to hlavně v námořní a letecké dopravě. Posádka lodi příp. letadla je často schopná poskytnout první pomoc v nejnutnějším rozsahu, nemá ale v žádném případě erudici k poskytnutí

rozšířené lékařské pomoci. Telemedicína, konkrétně přenos EKG záznamu, hodnot krevního tlaku případně obrazu pacienta pomocí videokonferenčního zařízení umožní lékaři, který je na pevnině, aby stanovil diagnózu a řídil nutné léčebné kroky. Dálkový přenos také často umožní odvrácení nutnosti návratu zpět do přístavu. Obdobný problém může vzniknout při přepravě cestujících v letecké dopravě. To, že případů vyžádané zdravotnické pomoci za letu není málo, dokládá statistika Britských aerolinií, která uvádí 2078 těchto případů v průběhu jednoho roku [10]. Většinou se jednalo o méně závažné příhody související s leteckou nemocí, byly nicméně zaznamenány i početné případy závažných příhod srdeční ischemie a respiračních problémů. Telemedicínský přenos informací o stavu pacienta může pomoci palubní posádce nebo pasažérům se zdravotnickým vzděláním provést život zachraňující úkony.

ad c) Vojenské aplikace jsou svým účelem srovnatelné s poskytováním lékařské péče cestujícím osobám. Okolnosti poskytování zdravotní péče jsou nicméně specifické vzhledem k absenci specializovaných zdravotnických zařízení v místě konfliktu a spektru onemocnění, ve kterém převažují akutní traumatické stavy. Telemedicína a videokonference jsou spatřovány jako nové metody při třídění raněných a provádění život zachraňujících výkonů. Polní chirurgové mohou být například instruováni v reálném čase specialisty mimo oblast válečného konfliktu [22].

ad d) Telemedicína si získala velkou pozornost od poloviny devadesátých let 20.století i díky rostoucímu problému se stárnutím populace, kterému čelí všechny vyspělé státy světa. V roce 1998 bylo na světě 380 milionů lidí starších 65 let, v roce 2020 má jejich počet podle odhadů dosáhnout 800 milionů. Dvě třetiny obyvatel této věkové skupiny žijí ve vyspělých zemích. V důsledku tohoto demografického vývoje dochází ke změně profilu některých onemocnění – zvyšuje se prevalence chronických obtíží. Význam telemedicíny lze spatřovat dvojí – většina občanů v pokročilém věku preferuje život ve vlastním bytě na straně jedné, poskytovatelé zdravotní péče se snaží snížit své náklady zajištěním domácí péče místo nákladné hospitalizace těchto nemocných na straně druhé [23]. V indikovaných případech je možné nahradit některé návštěvy sesterské domácí agentury pomocí videohovoru, kdy sestra obdrží aktuální informaci o stavu pacienta. Tento přístup monitorování nemocných byl využit

ve velmi úspěšném projektu renální dialýzy v *Queen Elizabeth Hospital* v Adelaide v Austrálii [24].

ad e) Jak už bylo naznačeno výše, celá řada poskytovatelů zdravotní péče se začala zajímat o problematiku telemedicíny jako o prostředek snížení rostoucích výdajů ve zdravotnictví. V první řadě se jednalo o USA, kde v rámci systému zdravotní péče existuje konkurenční boj mezi jednotlivými poskytovateli o uzavření regionálních kontraktů s jejími plátcí. Kritérii výběru jsou cena, kvalita a dostupnost péče. Řada zařízení v USA se proto zaměřila na telemedicínské technologie a přijímá je jako možnost snížit medicínské a ekonomické riziko spojené se zajištěním zdravotnické péče v regionu, a to především v odlehlých oblastech. Bohužel velmi málo projektů obsahuje přesnou analýzu cost-benefit telemedicínských služeb. Metaanalýzou dostupných projektů z různých oborů medicíny bylo zjištěno, že ekonomicky nejvíce přínosné jsou teleradiologie, telepsychiatrie, domácí a vězeňská lékařská péče [25].

3 Telemedicínské technologie

V této kapitole se zaměříme na popis technologií, které jsou v současné době při telemedicínských přenosech využívány. Úvodem se zmíníme o jednotlivých typech medicínských dat, která mohou být přenášena a jejichž povaha samozřejmě ovlivňuje podobu i cenu používaných zařízení. Současně uvedeme možnosti zvýšení výkonu telemedicínských systémů použitím metod datové komprese. Po seznámení s typy medicínských dat se zaměříme na jednotlivé články telemedicínských systémů, konkrétně na technické prvky využívané k získávání, přenosu a zobrazení informací.

3.1 Druhy telemedicínských informací

Při standardním vyšetření pacienta může lékař k posouzení jeho zdravotního stavu teoreticky využívat kombinace čtyř smyslů – zraku, sluchu, hmatu a čichu. První tři zmíněné jsou zdaleka nejčastější a při vyšetření jsou smyslové vjemy přenášeny od pacienta přímo k lékaři. V případě telemedicíny vzniká potřeba konverze těchto vjemů do podoby elektrických impulzů, aby tyto mohly být dále přeneseny do vzdáleného místa. Metody převádějící čich na elektrický signál jsou ve fázi vývoje. Hmatové vjemy lze v současné době poměrně úspěšně převádět do podoby elektrických impulzů, problém nicméně činí jejich zpětná konverze, která není zatím přesně teoreticky objasněna. Z těchto důvodů se převážná většina telekonzultací spokojuje s přenosem na úrovni dvou vnímaných modalit, a to obrazu a zvuku. Informace pocházející z těchto smyslů lze rozdělit na tyto čtyři typy:

- a) textová data,
- b) zvuková data,
- c) obrazová data (jednotlivé statické obrazy),
- d) videosekvence (sekvence obrazových snímků).

V tabulce 3.1 jsou uvedeny příklady jednotlivých typů medicínských dat s uvedením přibližné velikosti datových souborů po jejich digitalizaci. Tento datový

rozsah má zásadní význam pro výběr vhodných komponent telemedicínských systémů. Krátce se zmíníme o charakteristických rysech jednotlivých datových typů.

Tabulka 3.1 Příklady telemedicínských informací a přibližná velikost jejich datových souborů

Zdroj dat	Datový typ	Velikost souboru
záznam v dokumentaci pacienta	text	10 kB
elektronický stetoskop	audio	100 kB
RTG snímek břicha	statický obrázek	1 MB
záznam endoskopie (30s)	video	10 MB

3.1.1 Textová data

Elektronické dokumenty (zdravotnické záznamy, zprávy, korespondence aj.) jsou v počítači zpracovávány pomocí textových editorů a ukládány ve formě textových souborů. Souborový formát (struktura) definuje způsob zaznamenání textových dat – nejznámějšími příklady jsou soubory typu doc, txt, rtf, xml, ps, html, xml, PostScript, TeX nebo Text602. Aby nevznikaly problémy při otevírání a zpracování textových souborů jinými uživateli, je nutné, aby se zúčastněné strany dohodly na používání jednotného souborového formátu ještě před zahájením přenosu textu v rámci telemedicínských aplikací.

3.1.2 Zvuková data

Pomocí technologie analogových telefonních linek bylo možné přenášet zvuk na dálku již před několika desetiletími. Kvalita (srozumitelnost) a šířka datové pásma (kapacita) tohoto analogového telefonu je nicméně málo využitelná pro medicínské aplikace. V kontrastu s touto analogovou technologií totiž mohou být digitální signály přenášeny na dlouhou vzdálenost, aniž by docházelo ke ztrátě jejich kvality.

K vytvoření digitální informace o zvuku je třeba jeho převod do podoby elektrických impulzů. To probíhá snímáním amplitudy a vlnové délky v přesných, velmi krátkých časových intervalech. Díky technické podstatě tohoto procesu digitalizace dochází k určité aproximaci analogového zvukového signálu, což může být spojeno se vznikem rušivých efektů, které jsou lidským uchem vnímány jako šum.

K potlačení tohoto nepříjemného efektu digitalizace je třeba, aby rozlišení zvukového vzorku bylo dostatečně vysoké, tzn. nejméně 1 až 65536 (2^{16}) neboli 16-bitů. Při tomto rozlišení je překročena citlivost lidského ucha pro rozeznání tónů dvou sousedních frekvencí [26].

K výše uvedenému účelu digitalizace zvuku slouží počítačové zvukové karty, které jsou v současné době již standardním vybavením běžných PC, event. je možné těmito kartami jakékoli PC dovybavit. Zvukové karty obsahují vstupy pro připojení mikrofону nebo jiného externího zdroje zvuku (např. Doppler) a výstupy pro reproduktory. Pro uložení a přenos zvukových dat jsou používány soubory ve formátu wav, mp3 a další.

Obdobným způsobem jako počítačových zvukových karet je možné k digitalizaci zvuku využít videokonferenční zařízení, videokameru nebo jiné záznamové médium obsahující analogově/digitální převodník.

3.1.3 Obrazová data

Kvalita digitálního statického obrazu je dána jeho rozlišením, tj. počtem bodů (pixelů) které obraz tvoří, a spektrem barev případně stupňů šedi. Tyto parametry jsou určeny kvalitou snímacího zařízení, které pomocí fotosenzitivních diodových převodníků provádí digitalizaci obrazu. Běžné stolní skenery zpracovávající tištěné předlohy mají rozlišení okolo 1200 dpi, některé disponují i rozlišením 4800 dpi a více. Digitální fotoaparáty jsou dnes standardně schopny pracovat s rozlišením 4-8 Mpx, tj. vytvořit obraz v rozlišení 3264x2448 bodů, který odpovídá 35mm velkému negativu klasického přístroje. Každý bod obrazu má přidělen určitý počet bitů, které reprezentují jeho barvu nebo stupeň šedi. U stupňů šedi se zpravidla jedná o 8 bitů (255 odstínů), u barevné škály o 24 bitů (16,77 miliónů odstínů). Při práci s těmito barevnými spektry již lidské oko ztrácí schopnost rozlišovat mezi sousedícími odstíny barev. Naopak, pokud je zvolen nižší počet bitů charakterizující barevný odstín, dochází ke ztrátě rozlišení zobrazovaných snímků, které získávají charakter monochromatických obrazů.

Rozlišení obrazu a barevná škála přímo úměrně určují výslednou velikost datového souboru. Jako příklad můžeme uvést dva typy teleradiologických obrazů,

keré si definovala Americká radiologická společnost [27]. Malý obraz (*small matrix*) využívají systémy s nižším rozlišením 500 bodů x 500 bodů x 8 bitů, velký obraz (*large matrix*) systémy s rozlišením 2000 bodů x 2000 bodů x 12 bitů. Velikost datového souboru s nižším rozlišením je přibližně 250 kB, zatímco obrazu s vyšším rozlišením asi 4 MB, tedy 16-krát více. Pokud by radiologové chtěli pracovat s plnou 24-bitovou barevnou škálou, potom by velikost souboru byla přibližně 12 MB. Využití této barevné škály není v teleradiologii příliš časté, jinak je tomu ale například v teledermatologii, kde vysoké rozlišení a sytost barev jsou důležité k rozlišení drobných kožních lézí [28].

3.1.4 Videosekvence

Dlouhou dobu byl pohyblivý obraz v podobě sekvence obrazových snímků sdružen s analogových videosignálem. Postupně byly vytvořeny tyto tři nejrozšířenější formáty:

- NTSC (*National Television Standards Committee*) – systém přijatý v Severní Americe a Japonsku, používající pro jeden snímek 525 řádků a frekvenci opakování snímků 30 obrazů za sekundu,
- PAL (*Phase Alternation Line*) – systém používaný v zemích západní Evropy a Austrálie s rozlišením 625 řádků a snímkovou frekvencí 25 obrazů za sekundu.
- SECAM (*Sequential Couleur á Memoire*) – systém používaný ve Francii, Rusku a dalších zemích Východního bloku (včetně ČR). Tento systém neměl většího uplatnění v telemedicině.

Většina moderních televizních přijímačů a videorekordérů je schopna tyto signály vzájemně převádět. K zajištění kompatibility mezi systémy NTSC a PAL byl vytvořen formát CIF (*Common Intermediate Format*), který disponuje nižším rozlišením 288 řádků obrazu a snímkovou frekvencí 30 obrazů za sekundu.

V dnešní době stojí v popředí digitální přenos obrazového signálu. Základní rozlišení videokonferenčních zařízení dnes představuje formát CIF, tj. 352x288 bodů. Setkáme se i s nižšími rozlišeními, např. QCIF (176x144 bodů) u webových kamer, ty jsou však pro většinu telemedicínských aplikací již nedostačující. Naopak nej-

modernější profesionální videokonferenční zařízení dnes umožňují snímání, přenos a projekci v tzv. HD (*high definition*) kvalitě s vysokým rozlišením 1280x720 bodů [29].

3.1.5 Metody datové komprese

Zatímco dálkový přenos textových a zvukových souborů nepředstavuje z hlediska současné kapacity datových sítí problém, přenosy větších obrazových souborů a videa narážejí na hranice přenosové rychlosti těchto zařízení. Pro představu jeden snímek videa formátu CIF s rozlišením 352x288 bodů při barevné škále 24 bitů zabírá 297 kB. Při snímkové frekvenci 25 obrazů za sekundu vzniká potřeba přenosu cca 7,5 MB dat za sekundu. Určitých východiskem, jak problémům s přenosem takto velkých souborů předejít, jsou metody datové komprese. Odesílající zařízení provede hardwarovou nebo softwarovou kompresi dat a přijímající zařízení provede jejich zpětnou dekompresi a následné zobrazení.

Z pohledu počítačové informatiky jsou rozlišovány dva typy datové komprese. Bezeztrátová komprese (*lossless compression*) využívá algoritmus komprese, který je reverzibilní. Při zpětné dekompresi tak vzniká obraz v plné kvalitě a rozlišení odpovídající původnímu obrazu. Ztrátová komprese (*lossy compression*) je naproti tomu taková, která k dosažení vyššího kompresního poměru vypouští některé méně potřebné detaily, a proto po dekompresi není takto vzniklý obraz identický s původním. Využitím bezeztrátové komprese je dosahováno kompresního poměru přibližně 1,5-3:1, zatímco u ztrátové komprese jsou kompresní poměry až 100:1. Kromě určitých specifických aplikací v teleradiologii, telepatologii a některých dalších lékařských oborech je využití ztrátové komprese z hlediska kvality přeneseného obrazu plně akceptovatelné.

Jednou z nejvíce využívaných ztrátových kompresí je v současné době formát JPEG (*Joint Photographic Expert Group*). Tato metoda umožňuje datovou kompresi až 100:1 a formát je schopen pracovat s libovolným množstvím barev. Přenos videosekvencí však vyžadují ještě vyšší kompresní poměry. Aby bylo například možné přenášet videosekvence formátu QCIF pomocí ISDN linky (128 kbit/s), je nutné dosáhnout komprese přibližně 120:1. K tomuto účelu jsou proto využívány jiné

optimalizované metody komprese typu MPEG (*Moving Picture Expert Group*). Tato metoda vychází z předpokladu, že mezi jednotlivými snímky videosekvence dochází ke změně obrazu jen v jeho malé části. Na základě toho pak může být následující sekvence získána složením dekomprimovaného základního obrazu a uložených rozdílů mezi po sobě následujícími snímky. Základní obraz je čas od času obnoven plně komprimovanou formou k zachování výsledné kvality. MPEG představuje asymetrickou kompresní metodu, což znamená, že čas nutný ke kompresi obrazu je delší než doba jeho následné dekomprese před zobrazením. Kromě výše popsaných formátů JPEG a MPEG byla vyvinuta celá řada dalších kompresních metod včetně některých specifických pro využití v radiologii. Jejich výčet nicméně přesahuje rámec této práce, a proto k jejich popisu odkazujeme na odbornou literaturu [27, 30, 31].

V souvislosti s datovou kompresí videosekvencí se ještě krátce zmíníme o snímkové frekvenci obrazu. Jak bylo zmíněno výše, u analogových formátů NTSC resp. PAL je snímková frekvence 30 resp. 25 obrazů za sekundu. To je hodnota, při které lidský mozek vnímá obraz jako plynulý a ustálený. V případě datových přenosů může dojít k situaci, kdy snímková frekvence poklesne na 15 a méně obrazů za sekundu. Může se tak stát buď v důsledku nízké kapacity přenosové sítě nebo v důsledku nízkého výkonu přijímajícího a zobrazovacího zařízení, které nestačí s takovou rychlostí dekompresi snímků provést. Za dané situace je obraz trhaný, což může narušit průběh výuky nebo telekonzultací. Rozhodujícím řešením problému je zvýšení přenosových rychlostí a výkonu počítačů, které lze v blízké budoucnosti očekávat. Určitou alternativu představuje zmenšení obrazu se snížením počtu bodů potřebných k vytvoření jednoho snímku. Tohoto řešení může být samozřejmě použito pouze tehdy, kdy redukované obrazové pole je plně využitelné k telemedicínským potřebám, ke kterým je primárně určeno.

3.1.6 Telekomunikační standardy

Ke správné funkci telemedicínských systémů je třeba, aby na obou koncích telekonferenčního spojení byla zařízení, která nejenže pracují se stejnými kompresními algoritmy, ale používají i standardní přenosové protokoly. K zajištění kompatibility mezi videokonferenčními zařízeními pocházejícími od různých výrobců byly

organizací ITU (*International Telecommunications Union*) vytvořeny telekomunikační standardy. Zde nabízíme přehled nejdůležitějších z nich:

- a) H.320 je nejstarším videokonferenčním standardem pro komunikaci přes ISDN linky. Jedná se o zastřešující ITU specifikaci (*umbrella standard*), který zajišťuje audio/video interoperabilitu mezi videokonferenčními systémy různých výrobců. Tento standard zahrnuje další standardy- H.261 pro video, G.711, G.722 a G.728 pro audio, a T.120 pro datové konference,
- b) H.323 představuje modernizovanější videokonferenční standard pro síť LAN a Internet,
- c) H.324 je protokol pro videokonference pomocí analogové telefonní linky,
- d) H.261 je ITU specifikace pro přenos videa konferenčními systémy podle standardu H.320 přes ISDN linky,
- e) T.120 - skupina standardů pro přenos datových souborů (text, obrázky) v rámci videokonferencí.

Většina telemedicínských aplikací předpokládá dvě strany videokonferenčního spojení. V současné době jsou technicky uskutečnitelné i skupinové (*multipoint*) konference [32]. Ty je možné provozovat jak při komunikaci pomocí ISDN linek (standardní protokol H.320 s nutností připojení na centrální konferenční jednotku – tzv. *multipoint control unit*), tak pomocí sítí LAN a Internetu (protokol H.323 vyžadující hardwarový nebo softwarový skupinový konferenční server k převádění zvukových a obrazových dat k jednotlivým účastníkům).

3.2 Komponenty telemedicínských systémů

V předchozím oddílu byla nastíněna náročnost zpracování a přenosu jednotlivých informačních modalit – textu, zvuku, statického obrazu a videosekvencí. Přenos medicínských informací ve formě textových a zvukových souborů je z technického hlediska minimálně náročný a lze realizovat použitím běžně vybaveného PC s integrovanou zvukovou kartou. V této kapitole se proto zaměříme na zařízení nutná k přenosu statického obrazu a videosekvencí.

Videokonferenční systém pro telemedicínské aplikace se obvykle skládá z těchto komponent:

- videokonferenční zařízení,
- zobrazovací zařízení,
- příslušenství (přídavné kamery a mikrofony, obrazové a zvukové výstupy vyšetřovacích zařízení, robotický operační systém aj.).

3.2.1 Videokonferenční zařízení

Tato součást telemedicínského videokonferenčního systému zajišťuje vysílání, příjem a ukládání informací v telekonzultačním procesu. Videokonferenční zařízení mohou mít různou podobu.

Především pro profesionální využití jsou navrženy tzv. *rollabout systems*. Tyto mobilní jednotky obsahují na několika konsolách veškerý hardware a příslušenství potřebné k videokonferenčním přenosům. Součástí jednotky je i monitor nebo televizní obrazovka. Obsluha a připojení těchto systémů je jednoduchá – stačí napojení na elektrickou a telekomunikační síť. Zařízení tohoto typu nabízejí vysokou kvalitu obrazu a zvuku a kromě telemedicínských aplikací jsou široce využívány v podnikatelském sektoru.

Zařízení typu *set-top* jsou kompaktní přístroje umístěné nejčastěji nad klasickou televizní obrazovkou. V důsledku miniaturizace mají tato zařízení integrovány veškeré komponenty včetně kamery v jednom zařízení. V obecné rovině nabízejí tato zařízení v porovnání s předchozími o něco horší kvalitu přenášeného obrazu i zvuku.

Videokonferenční zařízení může být taktéž tvořeno PC kartou implementovanou na základní desce počítače a videokamerou umístěnou na monitoru (*desktop system*). Zatímco dříve toto řešení představovalo určitý kompromis mezi pořizovací cenou a užitnou hodnotou, v dnešní době může díky rozšíření vysokorychlostního internetového připojení a vysokým výpočetním výkonům osobních počítačů zaručit dobrou kvalitu obrazu i zvuku.

Všechny videokonferenční systémy bez ohledu na typ obsahují stejné základní komponenty:

- kodek – oddíl, který provádí kompresi a dekompresi obrazu. Současně s tím zpracovává i informace o zvuku a zajišťuje jeho synchronizaci s přenášeným obrazem.
- kamera – v případě zařízení typu *rollabout* a *set-top* je kamera přímo integrována do tohoto systému. U verze *desktop* je nutné připojení externí kamery na vstup grafické karty počítače. Většina kamer je vybavena funkcí *auto-focus*, *zoom* a možností dálkového ovládání směrového nastavení kamery.
- audiosystém s mikrofonom – k zajištění kvalitního zvukového přenosu bez rušivých artefaktů bývají zařízení vybavena celou řadou doplňkových funkcí např. *echo correction* nebo *automatic gain control* – funkce, díky které je korigována vzdálenost hovořícího od prostorového mikrofону.
- uživatelské rozhraní – část umožňující uživateli nastavení videokonferenčního systému. Nejčastěji se jedná o přední panel zařízení nebo jeho dálkové ovládání, v případě osobního počítače o klávesnici a obrazovku.

Historicky první komerční videokonferenční systém představila firma AT&T v roce 1964 [33]. Tehdejší telefonní infrastruktura neumožňovala dostatečnou kvalitu pro přenos obrazových informací, což způsobilo malé rozšíření tohoto produktu. Zlom přišel až na začátku devadesátých let minulého století s možností přenosu digitální informace pomocí sítě ISDN. Od té doby se na trhu videokonferenčních zařízení snaží prosadit řada firem (Intel, PictureTel, VTEL a další), které nabízejí široké spektrum produktů a služeb pro telemedicínské aplikace.

3.2.2 Zobrazovací zařízení

Základními parametry každého zobrazovacího zařízení jsou obrazové rozlišení a snímková frekvence obrazu [34]. Jak již bylo uvedeno dříve, efektivní snímková frekvence na výstupním zobrazovacím zařízení je ovlivněna frekvencí snímků přenášených na dálku pomocí kompresního algoritmu a přímo úměrná šíři datového pásma. Právě tyto parametry v současné době představují větší limitující faktor pro

věrné zobrazení přenášené obrazové informace než samotná kvalita zobrazovacího zařízení.

Nejčastějším a nejjednodušším výstupním zařízením je televizní obrazovka připojená k videokonferenčnímu zařízení. Klasické obrazovky pracují s analogovým obrazovým vstupem a rozlišením 625 řádků při snímkové frekvenci 50 nebo 100Hz. Nově se rozšiřují LCD panely a plazmové televizní obrazovky s možností digitálního vstupu (HDMI, DVI) a vyšším rozlišením (až 1080 řádků). Obdobné zobrazení jako televize poskytují i monitory připojené k PC. Pro výukové a konferenční účely je vhodné použití projekčního zařízení a plátna, které umožní sledování obrazu větším počtem posluchačů.

3.2.3 Příslušenství telemedicínských zařízení

Hlavním úkolem většiny telekonzultací je klinické vyšetření pacienta za pomoci zraku. Pro potřeby podrobnější diagnostiky je v současné době k dispozici celá řada přídavných telemonitorovacích zařízení. Byly navrženy takové verze běžných lékařských přístrojů (fonendoskop, tlakoměr, mikroskop aj.), jejichž výstupem je zvukový, elektrický nebo videosignál, který může být přímo připojen k videokonferenčnímu systému. Z pohledu telechirurgie jsou nejpoužívanějšími přídavnými zařízeními obrazové výstupy endoskopické věže (laparoskopie, gastrokopie, kolonoskopie) a pomocných zobrazovacích metod (sonografie, RTG aj.)

3.3 Telekomunikační technologie

K tomu, aby byla vytvořena funkční soustava telemedicínských zařízení, je zapotřebí jejich vzájemné propojení. Pokud se tak děje v rámci jednoho zdravotnického zařízení (nemocnice, ústav), je možné jejich spojení pomocí systému LAN (*local area network*). Mnohem častěji se ale v telemedicínské praxi setkáme se spojením typu WAN (*wide area network*), pracujícím na dlouhé vzdálenosti.

Základním parametrem telekomunikační infrastruktury je datový tok, který se pohybuje v širokém rozmezí od přibližně 1,2 kbit/s u některých mobilních telefonů až po 40000 Mbit/s při datovém přenosu pomocí optických kabelů. V tabulce 3.2 jsou

uvedeny parametry některých systémů datového přenosu, které budou podrobněji popsány v následujícím textu.

Spolehlivost většiny telekomunikačních systémů je velmi vysoká. Větší provozní problémy mohou nastat pouze při sdílení datových linek více uživateli (např. Internet), kdy systém může být „zahlcen“ intenzivním přenosem dat jiných uživatelů. Popsaný problém mohou vyřešit nové přenosové protokoly jako ATM (*asynchronous transfer mode*), které umožňují vyhradit pevný datový tok pro jednotlivé uživatele.

Tabulka 3.2 Příklady systémů datového přenosu	
Telekomunikační technologie	Rychlost datového přenosu
Telefonní linka	56 kbit/s
ISDN-2 (BRI)	128 kbit/s
ISDN (PRI)	< 2 Mbit/s
Satelitní připojení	< 2 Mbit/s
Bezdrátové připojení	< 54 Mbit/s
ADSL	< 8 Mbit/s
Optické kabely	< 40000 Mbit/s

3.3.1 Telefonní modem

Varianta datového připojení pomocí klasické telefonní linky ještě na konci 20.století představovala jedno z nejdostupnějších a nejrozšířenějších řešení, které je dosud populární v zemích, kde je místní volání v ceně paušálního poplatku. Teoretický maximální datový tok 56 kbit/s může být dostatečný pro jednoduché telemedicínské aplikace spojené s přenosem zvuku nebo obrazu s nízkým rozlišením, a to hlavně tehdy, pokud je využíván ve spojení s vysokorychlostními procesory a moderními algoritmy datové komprese. Dnes je tato varianta připojení vytlačována modernějšími technologiemi uvedenými dále.

3.3.2 ISDN

Hlavní nevýhodou fungování digitální telefonní sítě je, že připojení koncových uživatelů - tzv. místní smyčky, jsou stále analogové. Tento handicap byl vyřešen

zavedením ISDN technologie (*Integrated Services Digital Network* - digitální síť s integrovanými službami) [26]. Mezi komunikujícími stranami vytváří ISDN přes digitální telefonní síť souvislé spojení o přenosové rychlosti 64 kbit/s. Tento univerzální digitální přenosový kanál, označovaný jako kanál B, je schopný přenášet jak hlas, tak i obecná data. Fakticky to tedy znamená, že k B kanálům lze připojovat jak telefony a faxy, tak i datová zařízení typu PC nebo videokonferenční zařízení. Dalším typem je tzv. kanál D, určený pro „služební účely“. Na tomto kanálu probíhá sestavování spojení mezi dvěma účastníky, přenáší se informace o provolaném čase apod. Díky tomu je celá přenosová kapacita kanálů B vždy k dispozici jen pro přenos dat.

Při návrhu ISDN sítě se počítalo s tím, že uživatelé budou mít k dispozici více než jen jeden kanál B. Podle jejich počtu rozlišujeme 2 typy přípojek - přípojka BRI (*Basic Rate Interface*) a přípojka PRI (*Primary Rate Interface*).

Přípojka BRI představuje kombinaci 2 kanálů B o přenosové rychlosti 64 kbit/s a jednoho kanálu D o přenosové rychlosti 16 kbit/s. Při nasazení vhodných modemů lze na většině těchto smyček dosáhnout přenosové rychlosti až 160 kbit/s. Tato přípojka je určena pro domácnosti a menší kanceláře, u nás je nabízena pod názvem euroISDN2. Svou kapacitou tato varianta připojení umožňuje jednoduché telemedicínské aplikace spojené s přenosem statického nebo dynamického obrazu s nízkými nároky na jeho kvalitu.

Přípojka PRI je dimenzována jako přípojka 30-ti kanálů B a jednoho kanálu D. Celková kapacita tohoto připojení je 2048 kbit/s, což zaručuje kvalitní přenos telemedicínských dat včetně videosekvencí s vysokým rozlišením.

3.3.3 ADSL

Základním znakem ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) je asymetrické připojení, kdy rychlost dat směřujících k uživateli je vyšší než rychlost od uživatele směrem do internetu. K provozu ISDN linek se používají frekvence od 0 do 50 kHz, přičemž vyšší frekvence byly dlouhou dobu nevyužity. U ADSL se začaly využívat frekvence 26-138 kHz pro přenos dat směrem do sítě (*upstream*) a frekvence 138-1100 kHz pro přenos dat ze sítě (*downstream*). Běžné standardy ADSL

(ITU G.922.1) umožňují rychlost příjmu dat až 8 Mbit/s a odesílání rychlostí až 1 Mbit/s.

Tento způsob připojení je poměrně kvalitní, ale v České republice stále ještě relativně drahý. K jeho nedostatkům z pohledu telemedicíny patří také to, že provozovatelem není garantována konstantní rychlost připojení, která je závislá na počtu dalších připojených uživatelů a vzdálenosti koncového uživatele od telefonní ústředny. Asymetrické připojení vzhledem k nižší rychlosti odesílání dat také není vhodné pro obousměrné videokonferenční přenosy.

3.3.4 Satelitní připojení

Největší výhodou satelitních systémů je globální flexibilita, tj. možnost připojení téměř všude na světě - i tam, kde ostatní zmiňované technologie „selhávají“. Satelitního spojení pro účely telemedicíny je využíváno v rozvojových zemích, na palubě dálkových námořních plavidel, v oblastech postižených přírodní katastrofou, ve vojenských konfliktech, a v neposlední řadě také ve výuce zdravotnického personálu [35].

Hlavní nevýhody satelitního internetu spočívají ve dvou faktorech. Tím prvním je velká prodleva (latence) v satelitním připojení. Vzhledem k tomu, že satelity se pohybují po geostacionární dráze a signál k nim putuje na vzdálenost okolo 70 000 km, mají satelitní linky prodlevu mezi zadáním dotazu a příjmem výsledků v počítači 400-800 ms. U celé řady internetových telemedicínských aplikací je toto zpoždění toku informací akceptabilní, naprosto nevhodné je ale například pro telerobotické výkony.

Druhou nevýhodou satelitního připojení byla skutečnost, že satelitní internet byl v minulosti jednocestný (sloužil pouze pro příjem dat). Pokud s ním chtěli uživatelé pracovat, museli mít ještě nějaké další připojení k internetu, které odesílalo požadavky, jež byly poté doručovány přes satelit velkou rychlostí. Tento handicap odradil řadu uživatelů od jeho pořízení. Až v roce 2002 byly představeny první cenově dostupné satelitní přípojky pro obousměrný přenos dat, čímž se podstatně rozšířily možnosti jejich využití v telemedicině.

3.3.5 Bezdrátové datové sítě

Jedná se buď o sítě založené na standardu Wi-Fi (IEEE 802.11), které jsou provozovány ve veřejném (nelicencovaném) pásmu, nebo o sítě provozované ve vyhrazeném (licencovaném) pásmu. Základní výhodou je, že tyto sítě nejsou vázané na přenosovou infrastrukturu (kabely, optická vlákna). Aby spojení fungovalo, je potřeba pouze zajistit přímou viditelnost mezi přístupovým bodem poskytovatele a anténou uživatele.

Nejnámější standard pro bezdrátové sítě Wi-Fi (IEEE 802.11a, b nebo g) používá k přenosu mikrovlnné elektromagnetické záření, podobně jako u mobilní telefonní sítě. Wi-Fi systémy byly navrženy pro malé a střední vzdálenosti (např. pro provoz v kanceláři nebo menší budově), avšak při použití vhodných antén na straně poskytovatele i uživatele může být za dobrých přenosových podmínek jejich dosah i několik kilometrů. Teoretická maximální rychlost přenosu mezi přístupovým bodem a uživateli je 11 Mbit/s (IEEE 802.11b) nebo 54 Mbit/s (IEEE 802.11g,a). Sítě pracují na frekvencích 2,4 – 10 GHz.

V České republice je tato technologie velmi rozšířená pro připojení veřejnosti k Internetu. Pro telemedicínu představují bezdrátové datové sítě dvě hlavní nevýhody. Tou první je kolísavá kvalita připojení v závislosti na poskytovateli a na místních podmínkách. Druhým problémem je zajištění bezpečnosti přenášených dat. Datový signál se totiž šíří i mimo zabezpečený prostor bez ohledu na zdi budov a neautorizovaný počítač se tak může snadno připojit i do velmi vzdálené bezdrátové sítě jen s pomocí směrové antény. Za účelem ochrany dat jsou proto vyvíjeny různé typy zabezpečení jako autentizace nebo šifrování.

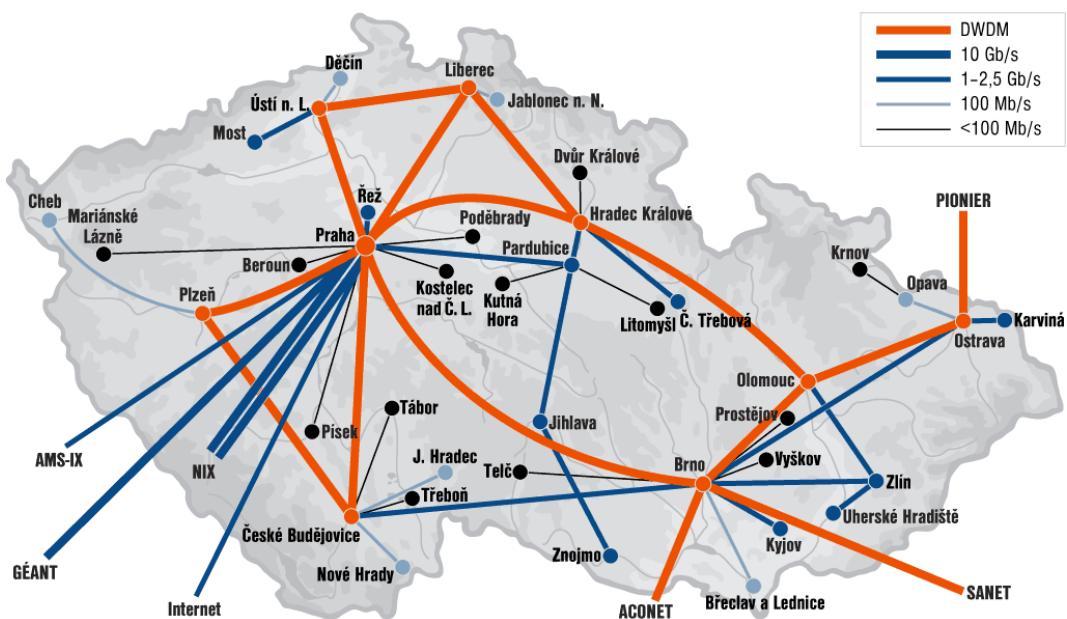
3.3.6 Optické sítě

Páteřní spoje Internetu jsou dnes realizovány zejména pomocí optických kabelů. Ty se vyznačují velmi vysokou rychlostí, neboť pomocí jediného optického vlákna je možné dosáhnout datového toku 155 Mbit/s. Nevýhodou je nutnost vybudování kabelové infrastruktury s vysokými pořizovacími náklady.

V České republice je provozována národní vysokorychlostní počítačová síť CESNET2 určená pro vědu, výzkum, vývoj a vzdělávání. Její páteř propojuje největší

univerzitní města ČR okruhy s vysokými přenosovými rychlostmi (obr. 3.1). Uživatelé sítě jsou především vysoké školy, Akademie věd České republiky, ale i některé střední školy, nemocnice či knihovny. Univerzita Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice v Olomouci mají připojení k této síti o rychlosti 1000 Mbit/s. Tyto vysoké datové toky vyhovují i v těch nejnáročnějších telemedicínských aplikacích.

Některé zdravotnické instituce budují mezi sebou vlastní uzavřené sítě na bázi optických kabelů a to hlavně za účelem centrálního ukládání a zálohování zdravotnických dat, především snímkové dokumentace (PACS). Uvedené sítě poskytují velkou přenosovou kapacitu a jsou z důvodu ochrany dat plně odděleny od standardního Internetu [36].



Obr. 3.1 Mapa národní vysokorychlostní počítačové sítě CESNET2 (převzato z informačních materiálů sdružení CESNET, z.s.p.o. – <http://www.cesnet.cz>)

4 Telemedicínské služby

Jak už bylo zmíněno v úvodní kapitole, náplň a kategorizace telemedicíny se v průběhu jejího vývoje měnily. V současné době můžeme rozlišit čtyři hlavní oblasti jejího zájmu:

- telekonzultace,
- teleedukace,
- telemonitoring,
- telechirurgie.

4.1 Telekonzultace

Vzhledem k tomu, že lékařská vyšetření představují základ klinické praxe, není překvapivé, že telekonzultace jsou nejčastějším případem poskytování telemedicínských služeb. Statistiky uvádějí, že využití telemedicínských sítí pro účely telekonzultací je okolo 45%, ostatní část představuje především teleedukace a administrace.

Základní ideou telekonzultací je nahrazení osobního kontaktu při lékařském vyšetření pomocí telekomunikačním spojení. Telekonzultace mohou mít rozličnou podobu. Z pohledu zúčastněných subjektů se mohou odehrávat čistě mezi poskytovateli lékařské péče, tzn. mezi dvěma nebo více lékaři, nebo mezi lékaři na straně jedné a pacienty na straně druhé.

Z hlediska přenášených informací a druhu použitého přenosu taktéž existuje celá řada variant. Nejjednodušším a široce používaným případem je telefonický rozhovor mezi dvěma lékaři k získání druhého (expertního) názoru. Ve světě je nejčastějším obrazem telemedicínských konzultací komunikace pacienta se svým lékařem pomocí videokonferenčního spojení. Toto spojení se zpravidla uskutečňuje tzv. variantou *real time*, což znamená, že pacient i lékař jsou vzájemně propojeni ve stejném okamžiku. Tato forma konzultací poskytuje optimální a rychlou zpětnou vazbu, kdy jak lékař, tak pacient mohou bezprostředně reagovat na obdržené informace. Druhou variantu telekonzultací představuje technologie *store-and-forward*,

při které zpětná vazba na odeslané medicínské informace není bezprostřední. Jako příklad můžeme uvést dálkový přenos RTG snímků, které radiolog v časovém odstupu popíše a výsledek odešle zpět na výchozí pracoviště. Z povahy věci je zřejmé, že tato technologie je využívána v situacích, které nespádají do oblasti akutní medicíny a kde je s časovým prostorem mezi odesláním a získáním konzultace plánovaně počítáno a neohroží léčbu nemocného.

Využití telemedicínských konzultací se nabízí prakticky ve všech lékařských oborech. Jakým způsobem ale zaručit, aby jejich přínos pro klinickou praxi byl co největší? Například Tachakra a spol. [37] uvádí následující nezbytné předpoklady úspěšného poskytování telekonzultací:

- ustálený způsob a obsah telekonzultací – hlavním předpokladem telekonzultace je zaměření se na její věcný, přirozený a plynulý průběh s vyvarováním se všech rušivých faktorů, které ji mohou negativně ovlivňovat. Jde zejména o nutnost změny nastavení parametrů spojení, korekce obrazu apod.,
- dohoda ohledně účelu telekonzultace mezi zúčastněnými stranami – ke stanovení účelu konzultace by mělo dojít buď před jejím zahájením nebo nejpozději v jejím úvodu a mělo by být jasné všem zúčastněným stranám (konzultace za účelem vyšetření nemocného, zhodnocení přínosu léčby, popis rentgenové dokumentace, konzultace za účelem zhodnocení peroperačního nálezu apod.),
- dostatečná erudice lékařů v práci s telemedicínskou technikou – úzce souvisí s výše zmíněnou plynulostí a přirozeností průběhu konzultací,
- formální pověření k provádění klinických úkonů u pacienta – každý lékař, který se účastní telekonzultace musí mít jistotu, že ošetřující personál, který o pacienta pečuje, je schopen vykonat předeepsané medicínské úkony,
- rozhodnutí a dohoda o dokumentaci telekonzultací – průběh a výsledek lékařských telekonzultací vyžaduje z medicínského i právního hlediska záznam do zdravotní dokumentace pacienta.

Tato a další pravidla tvoří ve světě základ pro vznik protokolů a všeobecně závazných předpisů pro provozování telekonzultací [38]. V České republice obdobná

pravidla zatím vytvořena nejsou, a proto je třeba především v dokumentaci telekonzultací vycházet ze současné platné právní úpravy.

Praktických příkladů telekonzultací u chirurgických nemocných najdeme ve světové literatuře několik. První cílovou skupinou pacientů jsou nemocní s akutními traumaty. Ti jsou často primárně vyšetřeni v regionálním zařízení (nemocnice nižšího typu). Pokud je u nich diagnostikováno kraniotrauma, maxillofaciální poranění nebo rozsáhlejší popálenina, jedná se stavy, které vyžadují konzultaci specializovaného pracoviště a případné odeslání k definitivnímu ošetření do nemocnice vyššího typu. Některé studie popisují optimalizaci tohoto procesu pomocí telemedicínských konzultací (přenos radiologické dokumentace, obrazových snímků pacienta) a redukcí neindikovaných a nákladných převozů nemocných [39, 40, 41].

Další využití našly telekonzultace v pooperačním sledování časně propuštěných nemocných (1-denní chirurgie, dětská chirurgie), u kterých byly některé pooperační kontroly nahrazeny telefonním nebo videotelefonním hovorem. V kanadské studii Postuma a spol. byly potvrzeny stejné výsledky takto realizované pooperační péče ve srovnání s její tradiční podobou [42].

Pokud jde o možnosti využití chirurgických telekonzultací v ČR, je třeba vzít v úvahu některá geografická, historická a ekonomická specifika, která ČR proti ostatním, „telemedicínsky vyspělým“ zemím má. Síť zdravotnických zařízení je v ČR velmi hustá a nabízí z tohoto pohledu jednu z nejdostupnějších zdravotních péčí v Evropě. Obdobně počet osob připadajících na jednoho lékaře je v naší zemi jedním z nejnižších ve světovém měřítku. Tento trend historicky souvisí s centralizovaným plánováním zdravotní péče před rokem 1989, která do dnešní doby neprošla zásadnější transformací. Obdobně u nás není zakotven systém rodinných praktických lékařů typický například pro Velkou Británii a většina péče se odehrává na úrovni lékařů specialistů. Z geografického úhlu pohledu je naše země poměrně hustě osídlena a postrádá odlehlé venkovské oblasti „odříznuté“ od lékařské péče. Toto jsou všechno faktory, které potenciální přínos telekonzultací výrazně limitují.

I přes tato omezení byly některé telemedicínské chirurgické projekty v ČR realizovány. Například v roce 2002 byl zahájen pilotní projekt telekonzultací pro potřebu akutních neurotraumatologických konzilií při poranění hlavy a páteře,

realizovaný v ostravském a olomouckém regionu [43]. Cílem projektu bylo zajištění rychlého a spolehlivého přenosu CT snímků mezi okresními nemocnicemi a Neurochirurgickou klinikou FN Ostrava a FN Olomouc. Tam erudovaný neurochirurg CT nález zhodnotil a rozhodl o dalším terapeutickém postupu u daného pacienta - konzervativní léčba v okresní nemocnici vs. transport k neurochirurgickému výkonu do fakultní nemocnice.

Vzhledem k dobrým zkušenostem uvedeného projektu se nabízí využití i v ostatních oblastech chirurgie, kde je péče soustředěna do specializovaných center. Telekonzultace by mohly být například využity k realizaci onkologických konzilií, posouzení operability nádorových lézí apod. V budoucnosti po modernizaci operačních sálů a jejich osazení kamerami se jeví praktické i využití peroperačních konzultací specializovaných pracovišť při nepředvídaných a nejasných operačních nálezech.

Dalším místem, kde se nabízí využití chirurgických telekonzultací, je péče o nemocné s chronickými trofickými defekty. Již dnes jsou u těchto pacientů využívány agentury domácí péče, které realizují pravidelné převazy erudovanou zdravotní sestrou. I přesto je nutný pravidelný lékařský dohled ke zhodnocení domácí léčby, který by mohl probíhat formou telekonzultací. Tuto myšlenku podporují příznivé výsledky již dříve realizovaných projektů (převážně v USA), které při zachování stejné kvality léčby popisují větší pohodlí pro pacienta a redukci cestovních nákladů [44].

4.2 Teleedukace

Informační zdroje jsou dnes v převážné míře dostupné pomocí sítě Internet a nabízejí vynikající, široce dostupný výukový materiál. Tam, kde předmětem informací a vzdělávání jsou zdravotnická data, hovoříme o teleedukaci jako oddílu telemedicíny ve smyslu její definice uvedené v kapitole 2.1.

Můžeme rozlišovat různé druhy teleedukace v závislosti na tom, kdo je účastníkem vzdělávání a co je cílem přenosu informací:

- distanční vzdělávání studentů a pracovníků ve zdravotnictví, e-learning a web-learning,

- výuka prostřednictvím telekonzultací,
- přístup veřejnosti k všeobecným zdravotnickým informacím.

4.2.1 Distanční vzdělávání studentů a pracovníků ve zdravotnictví, e-learning a web-learning

Místo, čas a charakter vzájemných vztahů jsou tři aspekty vzdělávacího procesu, jejichž kombinací můžeme získat celou řadu klasických i nových edukačních modelů. Nejznámější a nejrozšířenější je prezenční výuka ve skupinách studentů, která je založena na jednotě místa a času, a kde osoba vyučujícího tvoří základ vzdělávacího procesu. Student se účastní přednášek, seminářů a praktických cvičení, kde získává zdroje pro další vzdělávání. Současně si v rámci této výuky může ověřit své znalosti porovnáním s vyučujícím nebo ostatními studenty a zkušenosti ostatních pro něj mohou představovat další zdroj informací. Učitel je v neustálém kontaktu se studenty a může modifikovat výuku podle potřeb skupiny.

Distanční vzdělávání představuje přirozenou evoluci prezenční formy výuky. Bývá založeno na samostudiu materiálů – textů, videonahrávek, DVD nebo výukových filmů. Nevýhody distančního vzdělávání spočívají v tom, že všichni studenti jsou nuceni se vzdělávat samostatně, bez jakéhokoli kontaktu s ostatními účastníky a vyučujícími. Nenabízí se tak žádný prostředek ověření znalostí ani vnější potřeba hlubšího studia problematiky.

Pojem e-learning (*computer-assisted learning*) označuje využití počítačů ve vzdělávání. Zastánci e-learningu uvádějí jako jeho hlavní výhodu ve srovnání s tradičními metodami výuky možnost volby studenta ohledně místa, času a náplně výuky [45]. Další vývojový stupeň představuje web-learning (*web-based education*), kde výraz web zdůrazňuje nabídku interaktivity. Technickými výhodami proti e-learningu jsou univerzální dostupnost, snadná aktualizace vzdělávacích materiálů a možnost hyperlinků – odkazů na jiné zdroje informací. Pojmy e-learning a web-learning jsou řadou autorů používány v obou významech. Z metaanalýzy provedené Chumley-Jones a spol. vyplývá, že výsledky vyhodnocení přínosu nových vzdělávacích metod na úroveň znalostí studentů nejsou dosud jednoznačné [46].

Při tvorbě vzdělávacího programu založeného na web-learningu je třeba se zaměřit na následující dva body:

- 1) vytvoření multimediálních výukových materiálů, které tvoří základ výukových modulů
- 2) interakci mezi studenty a vyučujícími

ad 1) Je zřejmé, že náklady na vytvoření výukových materiálů pro web-learning (texty, grafy, schémata, obrázky, videosekvence, hypertextové odkazy) jsou mnohem vyšší než u jiných forem distanční výuky - v průměru je zapotřebí tým 4 až 10 osob. Systém vyžaduje účast odborného specialisty, vyučujícího (tutora), multimediálního editora, programátora, systémového a síťového administrátora. Poměr mezi dobou použití a vývojem vyučovací lekce je v průměru mezi 1:30 a 1:100, což znamená, že k vytvoření jednu hodinu trvající výukové lekce je zapotřebí 30 až 100 hodin jejího vývoje [47].

ad 2) V prostředí web-learningu je neméně důležitá interakce mezi studenty a vyučujícími. Jsou vytvořeny skupiny studentů (virtuální třídy), ve kterých mohou studenti sdílet výukové informace (chat, fórum). Znalosti studentů a pochopení probírané látky jsou průběžně ověřovány pomocí autotestů a kontrolních otázek, což umožňuje studentům se v případě nedostatků vrátit k probírané látce.

První informace o využití web-learningu ve výuce zdravotníků byly uveřejněny v roce 1992. Od té doby bylo ve světě publikováno velké množství vzdělávacích programů v nejrůznějších oborech medicíny – patofyziologie [48], radiologie [49], kardiologie [50], urologie [51], chirurgie [52] a další. V České republice byly vytvořeny e-learningové portály na Karlově univerzitě Praze (<http://el.lf1.cuni.cz>), Masarykově univerzitě v Brně (<http://is.muni.cz/elportal>) a Palackého univerzitě v Olomouci (<http://noe.upol.cz>).

4.2.2 Výuka prostřednictvím telekonzultací

Prostor pro vzdělávání poskytovatelů zdravotní péče (praktičtí i odborní lékaři, středně zdravotnický personál) se otevírá všude tam, kde jsou tyto osoby součástí telekonzultací s lékařskou autoritou.

Může se jednat o případy vlastní konzultace nejasných a komplikovaných nálezů se zkušenějšími lékaři nebo o spoluúčast při konzultaci mezi odborným lékařem a pacientem. V těchto později zmíněných případech může například praktický lékař nebo sestra pomáhat pacientovi vyjádřit příznaky onemocnění nebo naopak „zpřístupnit“ pacientovi odborníkem stanovenou diagnózu a postup léčby. Tím, že poskytovatel zdravotní péče je přítomen telekonzultaci s odborníkem resp. je do ní aktivně zapojen, může dojít k mnohem efektivnějšímu osvojení předaných informací ve srovnání s konvenčními formami výuky (čtení literatury, přednášky) [53].

4.2.3 Přístup veřejnosti k všeobecným zdravotnickým informacím

Dalším příkladem teleedukace jsou informace poskytované široké laické veřejnosti prostřednictvím Internetu. Jedná se o témata veřejného zdraví, jako jsou dietní návyky, cvičení, hygiena nebo informace o nádorových onemocněních a jejich prevenci. Internet v těchto aplikacích začíná konkurovat tradičním informačním zdrojům rozhlasu a televizi. Stejným způsobem může být veřejnost informována o ordinačních hodinách lékařů nebo otevírací době lékáren.

Autoři webových stránek se zdravotnickou problematikou by měli dobře znát cílovou skupinu osob z hlediska úrovně vzdělání a jazykové vybavenosti a podle těchto aspektů upravit formu webové prezentace např. pro pacienty s určitým konkrétním onemocněním. Webové stránky mohou informovat čtenáře a odpovídat na často kladené dotazy (FAQs – *frequently asked questions*), stejně jako být místem pro emailovou nebo chatovou komunikaci mezi čtenáři. Takto mohou být vytvořeny poradny pro nemocné se stejným onemocněním s neopomenutelným aspektem soběstačnosti a podpory ze strany ostatních členů (stomici) [54].

Jistou nevýhodou na internetu prezentovaných informací je to, že na rozdíl od většiny tištěných jsou široce dostupné, tzn. že i k odborným informacím má přístup veřejnost bez potřebných medicínských znalostí, což může vést k nekritickému přejímání informací. Dalším záporem může být nekompletnost internetově prezentovaných informací např. chybění údajů o nežádoucích účincích, komplikacích, ceně apod. Tato opomenutí zvyšují riziko pro pacienta a jeho příbuzné a zhoršují

pozici ošetřujícího lékaře, který je nucený tyto údaje korigovat. Problémem mohou být i zastaralé nebo neplatné odkazy na další internetové stránky.

Internet má z tohoto pohledu velký potenciál k ovlivnění vztahu mezi lékaři a pacienty, ať už ve vztahu k lepšímu i horšímu. Větší informovanost pacientů jistě zvýší vlastní zodpovědnost nemocných za své zdraví, na druhou stranu by pacienti měli být varováni před nekritickým přejímáním prezentovaných informací a všemi riziky uvedenými výše.

4.3 Telemonitoring

Telemonitoring představuje využití telekomunikačního spojení ke shromažďování informací o stavu pacienta. Proces získávání dat může být manuální, kdy pacient sám zaznamenává sledované údaje (např. hodnoty tlaku) a poté je přenáší počítačovou sítí, nebo kompletně automatizovaný, kdy tento děj nevyžaduje ze strany pacienta žádný aktivní zásah. Data mohou být zpracovávána buď systémem *real-time* nebo *store-andforward*. V nejobecnějším měřítku se může pacient nacházet kdekoliv v prostoru nemocnice, domova nebo například dopravního prostředku a informace z ambulantního monitorovacího přístroje mohou být přeneseny prakticky na kterémkoliv místě na světě.

Téměř vždy je účelem dálkového monitorování zhodnocení stavu nemocného s přihlédnutím ke změně léčby nebo transportu pacienta do zdravotnického zařízení. Randomizované studie ukázaly zlepšení zdravotního stavu a kvality života doma léčených nemocných s hypertenzí a diabetem [55, 56]. Zajímavou variantou telemonitoringu je i použití automatických zařízení, připomínajících pacientům čas, kdy si mají vzít předepsané léky. Opomenutí vzít pravidelnou medikaci je u většiny chronicky nemocných signálem zhoršení jejich stavu.

Maximální využití telemonitoringu lze spatřovat v oblasti péče o chronicky nemocné a starší pacienty v prostředí jejich domovů a léčebných zařízení. Speciální senzory dnes umožňují sledovat jejich zdravotní stav (fyziologické funkce) nebo pohyb v prostředí s cílem vyhodnotit pád, dezorientaci nebo podezřele dlouhou dobu bez pohybu [57]. Hlavní výhodou moderních zařízení je to, že díky miniaturizaci není

pacient obtěžován upevňováním elektrod či nošením hmotnějšího přístroje a tak omezován ve svém pohybu. Dostupné technologie dnes nabízejí:

- senzor na zápěstí (měření tepové frekvence),
- senzor dýchání umístěný u lůžka (měření pravidelnosti dýchání),
- senzor umístěný na lůžku (měření tepové frekvence, EKG, tělesné teploty),
- senzory integrované do spodního prádla (měření tepové frekvence, EKG, tělesné teploty, pravidelnosti dýchání, případně dalších fyziologických parametrů podle použitých čidel),
- senzory rozmístěné v bytě (detekce pohybu),
- senzor na toaletě (měření hmotnosti, tuku, krevního tlaku, tepové frekvence, obsahu cukru v moči, zjišťování přítomnosti albuminu a krve v moči),
- senzory přenosné, které může pacient nosit i v kapse (např. integrované zařízení – akcelerometr + GPS pro detekci pohybu a lokalizaci ve větším prostoru – vhodné v případě problémů s orientací).

Ve všech případech se využívají bezdrátové technologie, jejichž prostřednictvím je signál ze senzoru (obr. 4.1) přenášen do počítače. Tam jsou informace vyhodnoceny a v případě, že je výsledkem nestandardní situace, je odeslána informace příslušnému zdravotnickému zařízení.



Obr. 4.1 Příklad integrovaného monitorovacího systému umožňujícího přímé měření teploty kůže, teplotního toku kůže, galvanické kožní odpovědi a pohybu (zrychlení).

Využití telemonitoringu u chirurgických pacientů je vzácné i ve světě. Chirurgická diagnostika je ve značné míře postavena na subjektivním hodnocení klinického nálezu vyšetřujícím lékařem. Právě tento aspekt prakticky brání využití objektivně měřitelných parametrů při sledování chirurgických nemocných. Spíše ojedinělá je proto například práce Lee a spol., která popisuje aplikaci telemonitoringu u pacientů s hydrocefalem, u kterých byla pro diagnózu hydrocefalu založena spojka mezi cisterna magna a pleurální dutinou k drenáži mozkomíšního moku [58]. Telemonitoringu bylo využito ke sledování aktuálních hodnot intrakraniálního tlaku a funkce shuntu.

4.4 Telechirurgie

4.4.1 Telementoring

V porovnání s předchozími popsányi „tele“ aplikacemi je historie telechirurgie kratší a spadá do období posledních dvaceti let [59, 60]. Její náplň můžeme rozdělit na dvě oblasti – telementoring a telerobotické operační výkony neboli roboticky asistované operace prováděné na dálku (*robotic-assisted remote telepresence surgery*).

Telementoring představuje asistenci lékaře-specialisty na operačním výkonu prováděném jiným chirurgem na vzdáleném pracovišti, která spočívá ve sledování operace a odborném vedení, aniž by lékař-specialista mohl do operace aktivně zasahovat [61]. Telementoring v této podobě obsahuje silný prvek teleedukace.

Nejrozšířenější náplní telementoringu je nácvik speciálních laparoskopických a jiných miniinvazivních operačních postupů a to hlavně tam, kde existuje malé množství školících center pro daný typ výkonu nebo tam, kde je velká geografická vzdálenost mezi jednotlivými pracovišti (typicky Kanada, USA, Austrálie, Severské země) [62].

Zpravidla ještě předtím, než je zahájena výuka pomocí telementoringu, erudující se chirurg absolvuje kurz praktického nácviku metody za přítomnosti školitele, po kterém následuje samostatné provedení několika výkonů pod jeho přímým vedením. V průběhu této přípravné fáze školitel ohodnotí dovednost erudujícího se chirurga ve zvládnutí operační metody a současně s tím i způsobilost

jeho pracoviště (personální a technické vybavení) k provádění daných výkonů. Pokud jsou splněny všechny předpoklady, výuka a dohled poté probíhá formou telementoringu, který využívá videokonferenčního spojení mezi pracovišti. Přínos telementoringu na zvyšování erudice chirurgů byl prokázán řadou studií [63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71].

4.4.2 Telerobotická chirurgie

Druhou velkou oblastí telechirurgie jsou operační výkony prováděné pomocí dálkově ovládaných robotů. V těchto případech „dálkově“ může znamenat relativně krátké vzdálenosti, kdy chirurg ovládá robota z místnosti vedle operačního sálu, až po vzdálenost několika tisíc kilometrů. Robot je ovládán pomocí systému elektromechanických rozhraní s připojenými upravenými chirurgickými nástroji, umožňujícími dostatečnou volnost pohybu chirurga s vyloučením mimovolního třesu.

Vývoj robotických chirurgických systémů byl zahájen v 70. letech 20. století a první robotická zařízení spatřila světlo světa v polovině 80. let. Označení robotické operační systémy resp. robotická chirurgie představuje určité odcizení původnímu významu slova robot. Tento výraz podle výkladového slovníku označuje zařízení, které automaticky reaguje na podněty okolí a současně na okolí zpětně působí. Současné robotické operační systémy tyto parametry jistě nesplňují a přes již vžitě označení by bylo vhodnější pojmenování telemanipulační systémy. Vývoj byl v počátečních fázích významně podporován americkou NASA, pro kterou představoval důležitý strategický prvek ve zdravotní péči o osoby v místech válečných konfliktů. S postupem času byly tyto technologie uvolněny i do civilního sektoru a nacházejí širší praktická uplatnění.

Telemanipulační zařízení pro „komerční“ použití na operačním sále byla vyvíjena především prostřednictvím dvou amerických firem. První z nich - *Computer Motion Inc.* – uvedla na trh v roce 1995 model nazvaný *ZEUS Surgical System*. Tento telemanipulátor byl v roce 2002 schválen Americkým úřadem pro potraviny a léčiva pro použití ve všeobecné a laparoskopické chirurgii za předpokladu, že pacient a operatér budou v jedné místnosti.

Dalším robotem, tentokrát vyvinutým firmou *Intuitive Surgical Inc.*, je *daVinci Surgical System*. Tento robotický systém představuje již vysoce sofistikované zařízení obsahující nespočetné množství patentů odvozených od systémů vyvíjených NASA pro válečné účely. V březnu roku 2003 došlo po téměř ročním právním sporu o autorská práva ke sloučení obou výše zmíněných firem pod hlavičku *Intuitive Surgical Inc.*, a *daVinci Surgical System* se stal jediným komerčně nabízeným robotickým systémem.

Zařízení se skládá ze dvou základních částí – konzoly ovládané chirurgem a operačního stolu se třemi nebo čtyřmi elektromechanickými rameny držícími endoskopickou optiku a dva až tři chirurgické nástroje (obr. 4.2). Robotická ramena jsou řízena pomocí manipulačních ovladačů umístěných na chirurgické konzole. Po zavedení nástrojů a optiky do těla nemocného obdobně jako při jiných laparoskopických resp. endoskopických výkonech, sedí operatér po celou dobu výkonu u ovládací konzoly s hlavou v mírném předklonu umístěnou v zobrazovací zóně přístroje. Zde pomocí binokulárního zobrazení získává třírozměrný pohled do operačního pole. Ovladače nástrojů jsou umístěny pod zobrazovací částí a umožňují přenesení pohybů jak prstů, tak i celé ruky a zápěstí. Pohyby chirurgovy ruky jsou analyzovány procesorem, filtrovány a přenášeny na endoskopické instrumenty. Tento



Obr. 4.2 Robotický operační systém daVinci - konzola ovládaná chirurgem (vlevo), robotická ramena držící endoskopickou optiku a dva až tři chirurgické nástroje (vpravo)

proces, při kterém je eliminován třes a drobné bezvýznamné pohyby operátora, probíhá velmi rychle a zpoždění mezi pohybem ovladače a nástroje je prakticky neměřitelné. Operační stůl umožňuje kromě kamery umístění až tří chirurgických nástrojů typu *EndoWrist*. Jedná se o speciální patentovanou konstrukci umožňující přenesení sedmi stupňů pohybové volnosti odpovídající pohybům lidské ruky.

Uvedení robotického systému *daVinci* do klinické praxe v Evropě v roce 1999 je některými autory vnímáno jako začátek nové éry minimálně invazivní chirurgie [72]. Hlavní přínos proti standardní laparoskopické technice je v obecné rovině spatřován v možnosti preciznější mikrochirurgické preparace a sutury díky stereoskopické optice a intuitivnímu ovládnutí nástrojů se sedmi stupni pohybové volnosti. Díky tomu byly poprvé uskutečněny některé typy endoskopických výkonů např. endoskopický koronární bypass na bijícím srdci [73].

Robotická radikální prostatektomie se pravděpodobně stala hlavní doménou robotické chirurgie s více než 5000 provedenými operacemi na celém světě. Nedávno uveřejněná metaanalýza ukazuje na lepší funkční výsledky pooperační kontinence robotických prostatektomií ve srovnání s laparoskopickými výkony [74].

Kromě urologie a kardiochirurgie se můžeme v literatuře setkat s použitím robota i v celé řadě dalších chirurgických oborů – hrudní, kolorektální a hepatopankreatobiliární chirurgie, gynekologie nebo ortopedie. Většinou se však zatím jedná o první zkušenosti a krátkodobé výsledky.

Pernazza a spol. uveřejnil výsledky prospektivní studie srovnávající nemocné operované roboticky a otevřenou operační technikou pro pokročilý tumor žaludku [75]. Průměrná doba operace byla 293,8 minut ve skupině roboticky operovaných ve srovnání s 224,6 minutami ve skupině operovaných otevřeně. U robotických operací byla vyšší pooperační morbidita (24,5% vs. 13,3%), a to hlavně v důsledku dehiscence ezofagojejunoanastomózy, naproti tomu 15-měsíční přežívání bylo u roboticky operovaných statisticky signifikantně vyšší.

Franca a spol. retrospektivně srovnává hrudní robotické výkony a VATS na skupině 952 nemocných [76]. Byla sledována délka operace, délka hospitalizace, krevní ztráta během výkonu, doba ponechání hrudního drénu a nutnosti pooperační analgetizace. Operační čas byl delší ve skupině operovaných roboticky

(170 vs. 75 min), v ostatních sledovaných parametrech nebyl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl.

V prospektivní randomizované studii Reiter a spol. srovnává operační výsledky robotických a laparoskopických fundoplikací na souboru 38 pacientů [77]. Nebyl zjištěn rozdíl v četnosti komplikací v průběhu operace ani v četnosti recidivy refluxních obtíží mezi skupinami při dlouhodobém sledování. Průměrná doba operace byla kratší ve skupině robotických výkonů (75 vs. 93 min).

Dosud publikované výsledky robotických operací jsou zatím nejednoznačné a z hlediska stanovení vhodných indikací robotické chirurgie budou vyžadovat vyhodnocení na větších souborech nemocných včetně dlouhodobého sledování.

Na základě rešerše literatury zabývající se robotickou chirurgií, jsou nejčastěji diskutovanými tématy vztahujícími se k jejím výhodám a nevýhodám:

- a) kratší výuková křivka (*learning curve*),
- b) cena a dostupnost robotických systémů,
- c) vlastní limitace robotického zařízení, zpětná vazba, instrumentace.

ad a) Robotický systém *daVinci* eliminuje některé nedostatky, které má laparoskopická operační technika ve srovnání s klasickým otevřeným přístupem. Je to především nenarušená koordinace očí a rukou, trojrozměrný obraz a nástroje umožňující pohyb se sedmi stupni volnosti. Právě díky těmto znakům zprostředkovávají robotické systémy snadnější nácvik některých laparoskopických postupů (např. uzlení) a kratší výukovou křivku (*learning curve*) složitějších operačních výkonů (např. radikální prostatektomie) proti konvenční laparoskopické technice [78, 79, 80].

Dalším významným přínosem robotického systému *daVinci* je ergonomie pracovní pozice při operaci. Zatímco pracovní postoj při laparoskopii je hlavně ve spojení s dlouhými operačními výkony únavný, v případě robota se jedná o relativně komfortní pozici v ovládací konzole. Na druhou stranu umístění operační ovládací konzoly do rohu operačního sálu nebo mimo něj způsobuje izolaci chirurga a může zapříčinit komunikační bariéru mezi operátorem a operačním týmem [78].

ad b) Cena systému *daVinci* je zatím velmi vysoká a pohybuje se okolo 1 milionu amerických dolarů. Životnost robotických instrumentů je elektronicky omezena

na osm nebo třicet použití a jejich cena je v rozmezí 1600 – 3900 dolarů. Cena jednoho výkonu se může výrazně lišit podle počtu ročně provedených operací, počtu instrumentů použitých během jednoho výkonu a počtu chirurgů využívajících robotický systém.

Studii zaměřených na cost-effectiveness robotické chirurgie nebylo zatím publikováno mnoho. Například Lotan a spol. srovnává ceny otevřené, laparoskopické a robotické radikální prostatektomie [81]. Při průměrném počtu 300 výkonů ročně činí náklady na laparoskopii o 487 amerických dolarů více než na otevřenou operaci, robotický výkon je o dalších 1239 dolarů dražší. Jiná studie z USA analyzující cost-effectiveness u robotických pyeloplastik uvádí nutnost provedení 500 výkonů ročně k vyrovnání nákladů na laparoskopické a robotické operace [82].

Financování robotické chirurgie z prostředků zdravotního pojištění zatím není úspěšně vyřešeno nejen v ČR ale i v ostatních evropských zemích. Například v sousedním Německu nedávno zavedený systém DRG znevýhodňuje použití finančně náročnějších minimálně invazivních technik, neboť platba za pacienta od zdravotních pojišťoven typ operačního výkonu nezohledňuje [72].

ad c) Pokud se hovoří o tom, že prostá laparoskopie zmenšila taktilní vjem operátora, potom použití robotického systému ho ještě více redukuje. To by mohlo mít za následek vyšší riziko poranění orgánů, přetržení stehů při uzlení apod. Nevýhoda v omezení taktilního vjemu je částečně kompenzována lepším přehledem v operačním poli. Současně se pracuje na vývoji technologií, které by taktilní vjem v nové generaci operačních robotů zprostředkovali [83].

Otázka časového prodloužení operačních výkonů v souvislosti s použitím robota je v literatuře často diskutována. Před zahájením vlastní operace je nutné nastavení telemanipulačního zařízení a zavedení portů do těla pacienta. Doba nutná pro tuto přípravu klesá v rámci learning curve a v případě zkušených týmů činí 20-45 minut [84]. Někteří autoři i přes tuto nevýhodu prokazují zkrácení celkové délky operačního výkonu, což zdůvodňují lepší manipulací a přehledem v operačním poli [77, 85].

Z vlastní konstrukce robotického systému vyplývají některé další limitace zařízení. Aby byla vyloučena kolize vnějších částí ramen nástrojů, musí být minimální

vzdálenost mezi zavedenými porty 8-10cm, což zhoršuje využití u dětí nebo při retroperitoneálních přístupech. Další relativní nevýhoda spočívá v prostorové náročnosti umístění robotického systému na operačním sále (rozměrný operační stůl a konzola ovládaná chirurgem).

Samostatnou kapitolou jsou telerobotické operace prováděné na větší vzdálenosti. Právě ty představují spojení roboticky asistovaných výkonů a telemedicíny. První „transatlantická operace“ nazvaná operace Lindbergh byla provedena 7.září 2001. Prof. Marescaux operující z New Yourku při ní provedl cholecystektomii u 68-leté nemocné, která byla na operačním sále ve Štrasburku [86]. Od té doby byly publikovány studie z několika dalších pracovišť ve světě o experimentálně provedených výkonech, nicméně dosud jedinou zemí, kde jsou telerobotické operace využívány v klinické praxi, je Kanada [87]. Potenciál telerobotických operačních výkonů je spatřován v jejich využití k léčbě nemocných v nepřístupných oblastech, v místech vojenských konfliktů, ve vesmíru apod. Dosud však nejsou úplně vyřešeny všechny technické a organizační problémy, které s použitím těchto metod souvisejí. Kromě vysoké technické náročnosti a ceny systémů jde hlavně o nutnost přítomnosti anesteziologa a „záložního“ chirurga u operovaného pacienta. Velký problém také představuje rychlost přenosu datových informací vyjádřená dobou latence signálu. Marescaux při své transatlantické operaci pracoval s průměrnou dobou latence 155ms, kterou považuje za dostatečnou a bezpečnou pro provádění telerobotických operačních výkonů. I další „telerobotičtí“ chirurgové považují za bezpečné a pro operátora komfortní hodnoty 150-200ms, delší časová prodleva přenosu dat přináší nižší efektivitu a bezpečnost operace [62]. NASA při výzkumu telechirurgie v extrémním prostředí testovala telerobotické systémy v projektech NEEMO. Robotický systém byl umístěn v ponorce pod mořskou hladinou a byla simulována časová latence datového signálu 2 sekundy, což je doba jeho přenosu mezi Zemí a Měsícem. Výsledkem projektu NEEMO-7 bylo sice úspěšné ověření funkce telerobotického systému v extrémním prostředí, nicméně doba latence 2 sekundy dle autorů zatím výrazně limituje jeho praktické užité vlastnosti [88].

4.5 Přínosy a negativa telemedicíny

V předchozím textu o telemedicínských službách jsem zmínil celou řadu výhod a omezení, které jejich použití v praxi přináší. V tomto oddílu se pokusím o jejich krátké shrnutí. Právní a etické aspekty přitom ponechávám k rozboru v navazující samostatné kapitole 5.

Výhody a hlavní praktický přínos telemedicíny je možné shrnout v následujících bodech:

- a) zlepšení dostupnosti zdravotní péče,
- b) přístup k lepší zdravotní péči,
- c) zlepšení komunikace mezi poskytovateli zdravotní péče,
- d) snadnější přístup k medicínským informacím.

ad a) V řadě amerických a australských studiích byl prokázán přínos telemedicíny ve zlepšení dostupnosti zdravotní péče pro obyvatele odlehlých vesnických oblastí a rozvojových zemí [4, 89]. Většina projektů spatřuje hlavní výhodu v redukci potřeby cestování, časové úspoře pro pacienty i poskytovatele zdravotnické péče a rychlejším přístupu k péči.

ad b) Jasným přínosem telemedicíny v zemích s málo hustou lékařskou sítí je i snažší přístup ke specializované péči, která není místně dostupná. Telemonitoring a telekonzultace umožňují rychlejší diagnostiku patologického stavu u pacienta, nabízejí včasnější možnost intervence nebo změny terapie [90]. Na rozdíl od předchozího bodu, který vyjadřuje, že jakákoliv zdravotnická péče je lepší než žádná, pod heslem přístupu k lepší zdravotní péči tak máme na mysli její vyšší kvalitu resp. specializaci.

ad c) Přejít od písemně vedené zdravotnické dokumentace k digitálně uchovávaným datům znamená velký přínos pro lékaře i pacienty. Digitální dokumentace může obsahovat jak anamnestické údaje, tak výsledky provedených vyšetření, radiologickou dokumentaci, seznam aktuální medikace a další. Dokumentace je přenositelná pomocí standardních protokolů a technologií.

ad d) Na rozdíl od vyhledávání v tištěné literatuře představují internetové vyhledávače mnohem snadnější přístup k medicínským informacím. Prostřednictvím Internetu mají

lékaři možnost přístupu do specializovaných knihoven a internetových zdrojů včetně databází *evidence-based-medicine*. Veřejnost je v rámci primární i sekundární prevence prostřednictvím internetových programů informována o tématech týkajících se veřejného zdraví jako jsou dietní návyky, cvičení, hygiena nebo informace o nádorových onemocněních. Internet v těchto aplikacích začíná konkurovat tradičním informačním zdrojům jako jsou rozhlas a televize.

Hlavní negativa, která provází použití telemedicínských služeb, můžeme shrnout do následujících bodů:

- a) slabší vztah vytvořený mezi lékařem a pacientem,
- b) slabší vztah mezi poskytovateli zdravotní péče navzájem,
- c) použití „neosobní“ technologie,
- d) problémy související s nutností změny stávající organizační struktury,
- e) nutnost dodatečného školení,
- f) vývoj modelů a protokolů telemedicínských služeb,
- g) nejistá kvalita dostupných medicínských informací.

ad a) Technologický článek vložený mezi pacienta a lékaře je potenciálním rušivým zdrojem ve vztahu lékař-pacient, obzvláště tehdy, když technika vyžaduje neustálé nastavování parametrů, nebo pokud spojení není stabilní. Na druhou stranu toto negativum není paušální a většinou se týká pouze počáteční fáze spojení. Pacienti se také někdy obávají o důvěrnost informací vyměněných v průběhu telekonzultací, stejně tak jako případných soudních sporů vzniklých v důsledku takto poskytnuté zdravotní péče.

ad b) Obdobným způsobem jako v předchozím bodě mohou být narušeny i vztahy mezi lékaři. Pravděpodobnost této hrozby je zvýšena v případě, že jeden nebo více lékařů je „přehnaně nadšených“ a snaží se donutit své kolegy k používání spojení. Značné množství chyb plyne i z byrokratického přístupu s nedostatečným důrazem na klinický přínos zaváděných technologií. Někteří autoři proto přinášejí rady, jak se při budování telemedicínských systémů těmto problémům vyvarovat [91, 92].

ad c) Telemedicína pracuje s pokročilými technologiemi, které pro některé technofobické pacienty, ale i zdravotnické pracovníky, představují velkou překážku. Jejich

incidence stoupá ve skupině starších nemocných, u nichž nedostatek sebedůvěry zvyšuje jejich rozpaky. Podrobná příprava a demonstrace přístrojového vybavení minimalizuje tyto důsledky.

ad d) Zavádění nových technologií a metod do léčby nebo výuky s sebou vždy přináší určité narušení stávající organizace práce a obavy z krátkodobých i dlouhodobých výsledků. Nejčastěji zmiňovanými důvody bránícími změně jsou obavy ze zvýšení pracovní zátěže, rychlého zastarávání technologií, nedostatku zkušeností s provozem telemedicínských aplikací a nedostatečnému množství schválených standardů. Všechny tyto obavy představují riziko pro budoucí provozování telemedicínských služeb a měly by být zahrnuty do prvotní rozvahy před jejich vytvořením.

ad e) Vzdělávání a trénink v práci s novými technologiemi jsou klíčovými body úspěchu poskytování telemedicínských služeb. Edukace začíná seznámením lékařů a zdravotnického personálu s principy telemedicíny. Je nutné přesvědčit nedůvěřivé členy o výhodách, které konkrétně jim telemedicína nabízí. Podle druhu aplikace je vhodné uspořádat individuální nebo hromadné školení pro zdravotníky a vhodně motivovat školený personál. Nedostatečně provedená edukace může vést k nevyužití potenciálu nové technologie až k její úplné diskreditaci.

ad f) Tvorba protokolů a modelů fungování telemedicínských služeb (edukace, telekonzultace, telechirurgie) představuje jeden z nejdůležitějších a časově nejnáročnějších bodů při jejich zavádění. Jejich vznik musí být založen na multidisciplinárním přístupu a týmové práci všech zúčastněných stran.

ad g) Nejistá povaha a kvalita zdravotnických informací na Internetu souvisí s jejich neregulovaným uvolňováním do této sítě. Riziko představuje nekompletnost prezentovaných informací např. chybění údajů o nežádoucích účincích, komplikacích, ceně apod. To může pacienty a jejich příbuzné, kteří často nekriticky přejímají prezentované informace, uvést v omyl a zhoršit pozici ošetřujícího lékaře, který je nucený tyto údaje korigovat.

5 Právní a etické aspekty telemedicíny

V předchozích kapitolách o vývoji, výhodách a negativěch telemedicíny jsem se několikrát dotkl etických a právním otázek, které souvisí s novými technologiemi. V této kapitole se pokusím některé důležité body probrat podrobněji. Zmíním se o otázce důvěrnosti a utajení zdravotnických dat, právech pacienta a jeho informovaném souhlasu. Budu se současně věnovat etickým a právním otázkám vztahu lékaře a pacienta při poskytování telemedicínských služeb, vedení zdravotnické dokumentace v elektronické podobě a právní úpravě telemedicínského výzkumu.

5.1. Povinnost mlčenlivosti zdravotnických pracovníků, ochrana osobních údajů pacientů

Základními prameny platné právní úpravy ochrany osobních údajů pacientů jsou:

- Úmluva o lidských právech a biomedicině,
- Evropská úmluva o lidských právech,
- Listina základních práv a svobod,
- zákon č. 101/2000 Sb, o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 40/1964 Sb. , občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů,
- trestní zákon č. 140/1961 Sb., trestní zákon, ve znění pozdějších předpisů.

Úvodem oddílu o právní úpravě ochrany osobních údajů pacientů a povinnosti mlčenlivosti zdravotnických pracovníků je třeba uvést, že neexistuje zvláštní právní norma specificky upravující oblast poskytování telemedicínských služeb. Při právním posuzování otázek, které s sebou telemedicina přináší, je proto třeba vycházet z platných norem a aplikovat obecná ustanovení s využitím interpretace a analogie v souladu se zásadami právní teorie.

Podle článku 10 Úmluvy o lidských právech a biomedicině, má každý právo na ochranu soukromí ve vztahu k informacím o svém zdraví. Každý je oprávněn znát

veškeré informace shromažďované o jeho zdravotním stavu. Pokud je to v zájmu pacienta, může zákon ve výjimečných případech omezit uplatnění práva znát veškeré informace shromažďované o jeho zdravotním stavu. Toto ustanovení především zaručuje důvěrnost informací v oblasti zdravotního stavu člověka a potvrzuje zásadu zavedenou již v článku 8 Evropské úmluvy o lidských právech. Také potvrzuje Úmluvu na ochranu osobnosti v souvislosti s automatickým zpracováním osobních dat. Podle článku 6 této Úmluvy tvoří osobní data, týkající se zdravotního stavu člověka, zvláštní kategorii dat a platí pro ně zvláštní přísnější pravidla.

Podle článku 10 Listiny základních práv a svobod má každý právo na ochranu před neoprávněným zasahováním do soukromého a rodinného života a na ochranu před neoprávněným shromažďováním, zveřejňováním nebo jiným zneužíváním údajů o své osobě. Také toto ustanovení Listiny základních práv a svobod v obecném měřítku zaručuje zachování povinné mlčenlivosti zdravotnických i dalších pracovníků, kteří přijdou do styku s údaji o zdravotním stavu člověka.

Zákon č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, stanoví, že jakýkoliv údaj o zdravotním stavu občana je zvláště chráněným citlivým osobním údajem (§4 písm. b). Telemedicínské služby založené na využití informačních a telekomunikačních technologií k přenosu zdravotnických informací pro účely vzdělávání, diagnostiky a léčby nemocných s sebou přináší některé specifické právní otázky v oblasti ochrany osobních údajů o pacientech a povinné mlčenlivosti zdravotnických pracovníků a dalšího personálu, kteří se účastní telemedicínských přenosů.

Povinná mlčenlivost zdravotnických pracovníků je zakotvena v §55 odst. 2 písm. d) zákona č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu. Podle tohoto ustanovení je každý zdravotnický pracovník povinen zachovávat mlčenlivost o skutečnostech, o nichž se dozvěděl v souvislosti s výkonem svého povolání, s výjimkou případů, kdy skutečnost sděluje se souhlasem ošetřované osoby nebo kdy byl této povinnosti zproštěn nadřízeným orgánem v důležitém osobním zájmu. Zákon přitom nerozlišuje způsob, jakým se zdravotnický pracovník dozvěděl informace o ošetřované osobě [93].

Jak tedy právo řeší případy telekonzultací, kdy do diagnosticko-léčebného algoritmu dochází k zapojení dalších lékařů a zdravotnického personálu?

Z interpretace §55 odst. 2 písm. d) vyplývá, že předání pacienta do péče jinému lékaři nebo zdravotnickému pracovníkovi spolu s předáním informací o nemocném není porušením povinné mlčenlivost. Naopak podle ustanovení §67b odst. 13 je v případě změny ošetřujícího lékaře dosavadní lékař povinen předat všechny informace, potřebné pro zajištění návaznosti zdravotní péče. To platí i pro případ, že ošetřující lékař posílá pacienta na vyšetření ke specialistovi, popřípadě do ústavní zdravotní péče, nebo naopak pacient je propuštěn z ústavního zdravotnického zařízení do péče ambulantního lékaře. Zmíněná povinnost předání informací mezi lékaři platí i v případě telekonzultací a současná právní úprava k tomuto úkonu nevyžaduje souhlas nemocného.

Technický základ telemedicíny s sebou přináší účast velkého množství osob, kteří nemají postavení zdravotnických pracovníků. Zákon č.20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, upravuje postavení, práva a povinnosti ostatních pracovníků ve zdravotnictví pouze okrajově a nevyjadřuje se k případné povinnosti těchto osob zachovávat mlčenlivost. Jestliže způsob zacházení s osobními údaji pacienta neřeší zákon č.20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, je třeba uplatnit obecná ustanovení zákona č.101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů. Z §14 tohoto zákona vyplývá, že povinnou mlčenlivostí je vázán nejen zdravotnický pracovník, ale každý, kdo přijde při výkonu jakékoliv činnosti ve zdravotnickém zařízení i mimo něj do styku s údaji o zdravotním stavu pacienta. Zákon tedy zavazuje mlčenlivostí i zaměstnance a další osoby pro zdravotnická zařízení činné (počítačovní správci, techničtí a administrativní pracovníci), kteří nemají postavení zdravotnických pracovníků, a to ve stejném rozsahu jako zdravotnické pracovníky.

Dalšími osobami, které přicházejí v rámci telekonzultací nebo teleedukace do styku s citlivými údaji o pacientech jsou studenti lékařských fakult a zdravotnických škol. Zákon č.20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, umožňuje přístup těchto osob získávajících způsobilost k výkonu zdravotnického povolání do zdravotnické dokumentace pouze v rozsahu nezbytně nutném, a to pouze u pacientů vybraných pracovníkem léčebného zařízení. K nahlížení do zdravotnické dokumentace takových nemocných je třeba jejich písemného souhlasu nebo souhlasu zákonných zástupců, s výjimkou stavů, kdy tento souhlas není možno vzhledem ke zdravotnímu stavu

nemocného získat. Pokud jde o právní úpravu povinné mlčenlivosti studentů, zákon č.20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu tuto povinnost neobsahuje, a proto je třeba vycházet z obecného předpisu - §14 zákona č.101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů.

Porušení povinné mlčenlivost ze strany lékařů, zdravotnických pracovníků i osob jiným způsobem zúčastněných na telemedicínských aplikacích zakládá jejich trestněprávní, správněprávní, občanskoprávní a pracovněprávní odpovědnost.

Neoprávněné nakládání s osobními údaji, spočívající mimo jiné též v porušení povinnosti mlčenlivosti stanovené právním předpisem, je v současné době trestným činem, který lze spáchat z nedbalosti. Ten, kdo osobní údaje o jiném, získané v souvislosti s výkonem svého povolání, zaměstnání nebo funkce, sdělí nebo zpřístupní, byť i z nedbalosti, a tím poruší právním předpisem stanovenou povinnost mlčenlivosti, dopouští se trestného činu neoprávněného nakládání s osobními údaji podle §178 zákona č. 140/1961 Sb., trestního zákona. Přísnější trestní sazba je stanovena pro toho, kdo spáchá tento čin porušením povinnosti vyplývající z jeho povolání, zaměstnání nebo funkce, což je případ všech zdravotnických pracovníků.

Z hlediska správněprávního představuje porušení povinné mlčenlivost jednak přestupek podle §44 odst.1 zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, jednak v případě lékařů zakládá disciplinární odpovědnost podle §9 odst.2 zákona č.220/1991 Sb., o České lékařské komoře, České stomatologické komoře a České lékárnické komoře, ve znění pozdějších předpisů. V prvním případě může být osobě uložena Úřadem pro ochranu osobních údajů pokuta do výše 100 000 Kč. Ve druhém případě může být v rámci disciplinárního řízení lékaři uloženo jedno z disciplinárních opatření (důtka, peněžitá pokuta, podmíněné vyloučení z komory, vyloučení z komory), přičemž při rozhodování o formě disciplinárního opatření je Čestná rada České lékařské komory povinna přihlídnout k povaze skutku a jeho následkům, k okolnostem, za nichž byl spáchán, k osobě a poměrům lékaře, proti kterému je vedeno disciplinární řízení a k míře jeho zavinění (§13 odst.3 a §18 odst.3 zákona č.220/1991 Sb., o České lékařské komoře, České stomatologické komoře a České lékárnické komoře, ve znění pozdějších předpisů).

Pracovněprávní odpovědnost připadá v úvahu u lékařů a dalších zdravotníků, kteří jsou v postavení zaměstnanců a sami tedy neodpovídají za škodu způsobenou

pacientovi – za tu odpovídá jejich zaměstnavatel. Ten však může požadovat, aby zaměstnanec, který škodu porušením povinné mlčenlivosti způsobil, přispěl k její náhradě v limitované výši čtyřapůlnásobku průměrného měsíčního výdělku. Tento limit by neplatil v případě škody způsobené úmyslně nebo pod vlivem návykové látky, a naopak by se snižoval v případě, kdy zaměstnanec neměl vytvořeny náležité pracovní podmínky nebo kdy škodu spoluzavinil jeho zaměstnavatel.

V textu jsme se zatím věnovali pouze otázce povinné mlčenlivost fyzických osob zúčastněných na telemedicínských přenosech. Většina těchto osob je v pracovním nebo jiném obdobném poměru ke zdravotnickému zařízení (nemocnice, zařízení ambulantní péče, odborné léčebné ústavy atd.). Jaké jsou povinnosti těchto zařízení z pohledu současného práva v oblasti ochrany osobních údajů týkajících se zdravotního stavu pacientů?

Zdravotnická zařízení jsou jako správci a zpracovatelé osobních údajů podle §13 zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů, povinni přijmout taková opatření, aby nemohlo dojít k neoprávněnému nebo nahodilého přístupu k osobním údajům, k jejich změně, zničení, ztrátě nebo neoprávněným přenosům. Tato povinnost platí i po ukončení zpracování údajů. Prakticky si tyto povinnosti z pohledu telemedicíny můžeme představit jako ochranu počítačových nemocničních informačních systémů před neoprávněným přístupem neregistrovaných uživatelů, zabezpečené přenosy dat mezi pracovišti pomocí šifrování nebo použití digitálního podpisu k potvrzení pravosti zpráv a další. Zdravotnická zařízení jsou podle §13 odst.2 zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů, povinna zpracovat a dokumentovat přijatá a provedená technicko-organizační opatření k zajištění ochrany osobních údajů.

V případě porušení těchto povinností se zařízení dopouští jiného správního deliktu, za který mu hrozí pokuta až do výše 10 mil. Kč (§45 zákona č. 101/2000 Sb.). Při rozhodování o výši pokuty se přihlíží zejména k závažnosti, způsobu, době trvání a následkům protiprávního jednání a k okolnostem, za nichž bylo protiprávní jednání spácháno. Kromě toho se poškozený pacient může domáhat ochrany před neoprávněným nakládáním s citlivými osobními údaji o svém zdravotním stavu též občanskoprávní cestou, podle §11 až 16 zákona č.40/1964 Sb., občanského zákoníku, tedy podle ustanovení na ochranu osobnosti.

5.2 Zdravotnická dokumentace

Problematika vedení zdravotnické dokumentace a nakládání s ní nebyla dlouhou dobu v našem právním rádu vůbec upravena. Podzákonný předpis byl zrušen počátkem devadesátých let a teprve zákonem č.260/2001 Sb. byla přijata novela zákona č.20/1966 Sb. o péči o zdraví lidu, která v §67b a násl. stanovila způsob vedení zdravotnické dokumentace a nakládání s ní.

Zdravotnickým zařízením je uložena povinnost vést zdravotnickou dokumentaci, která má obsahovat osobní údaje pacienta v rozsahu nezbytném pro jeho identifikaci a zjištění anamnézy, dále informace o jeho onemocnění, průběhu a výsledku vyšetření, léčení a o dalších významných okolnostech souvisejících se zdravotním stavem a postupem při poskytování zdravotní péče.

Každá samostatná část zdravotnické dokumentace musí obsahovat osobní údaje pacienta v rozsahu nezbytném pro jeho identifikaci a označení zdravotnického zařízení, které ji vyhotovilo. Zápis ve zdravotnické dokumentaci musí být veden průkazně, pravdivě a čitelně, musí být průběžně doplňován a opatřen datem zápisu, identifikací a podpisem osoby, která zápis provedla. Nestačí tedy pouhý podpis, ale je třeba čitelné identifikace a vedle této čitelné identifikace buď vlastnoruční podpis, nebo zaručený elektronický podpis osoby, která provedla zápis do zdravotnické dokumentace.

Telemedicína založená na využití informačních a telekomunikačních technologií k přenosu zdravotnických informací pro účely vzdělávání, diagnostiky a léčby nemocných, vyžaduje vedení zdravotnické dokumentace v elektronické podobě. Současná právní úprava tuto možnost připouští za splnění následujících podmínek:

- a) všechny samostatné části zdravotnické dokumentace obsahují zaručený elektronický podpis osoby, která zápis provedla, podle zvláštního právního předpisu, kterým je zákon č.227/2000 Sb., o elektronickém podpisu,
- b) bezpečnostní kopie datových souborů jsou prováděny nejméně jednou za pracovní den,
- c) po uplynutí doby životnosti zápisu je zajištěn opis archivních kopií,

d) uložení archivních kopií, které jsou vytvářeny nejméně jedenkrát za rok, je provedeno způsobem znemožňujícím do nich provádět dodatečné zásahy.

V případě nedodržení všech výše uvedených podmínek zákon vyžaduje kromě zápisů zdravotnické dokumentace na paměťových mediích i její převod do tištěné podoby na papírový nosič, opatřený datem a podpisem osoby, která zápis provedla. Z praktického hlediska je zjevné, že varianta dvojí dokumentace je pro účely telekonzultací nevhodná. Bohužel, zatím jen malá část v současné době používaných nemocničních informačních systémů obsahuje bezpečnostní ochranné prvky nutné k jednoznačné identifikaci osoby podle zákona č.227/2000 Sb., o elektronickém podpisu. Telekonzultace musí být dokumentovány autorizovaným textovým záznamem (analogie zápisů standardních konziliárních vyšetření), který může být doplněn o audiovizuálním záznam rozhovoru mezi lékaři v průběhu telekonzultace nebo záznam endoskopického vyšetření či konzultované operace.

5.3 Zabezpečený přenos medicínských dat, elektronický podpis

Telemedicína se opírá o přenos dat, zvuku a obrazu pomocí telekomunikačních sítí. Chráněný přístup k počítačovým sítím a přenos medicínských dat jsou kritickými body zabezpečení důvěrnosti a mlčenlivosti o osobních zdravotních údajích. Z pohledu počítačové technologie lze snížit riziko napadení a neoprávněné manipulace s citlivými daty šifrováním přenášených dat nebo elektronickým (digitálním) podpisem k potvrzení pravosti zpráv.

Šifrování spočívá v matematickém algoritmu a kódovacím klíči, který umožní „čitelnost“ přenášených dat pouze mezi odesílatelem a příjemcem. V praxi je často využíváno více druhů kódovacích klíčů – tzv. veřejný (*public key*) a osobní (*secret key*), které v kombinaci umožňují nezaměnitelnou identifikaci odesílatele zprávy [94, 95]. Tato kombinace je základem digitálního podpisu. Technologický vývoj na tomto poli vedl k vytvoření nových právních norem upravujících využití elektronického podpisu namísto standardního podpisu v některých specifických případech (komunikace s orgány veřejné správy, uzavírání obchodních kontraktů apod.).

Jak již bylo uvedeno výše, jedině elektronický podpis osob provádějících zápisy do zdravotnické dokumentace umožňuje její vedení výlučně v elektronické podobě.

Právní úprava elektronického podpisu vychází ze zákona č.227/2000 Sb., o elektronickém podpisu, ve znění pozdějších předpisů. Elektronický podpis je vymezen jako údaje v elektronické podobě, které jsou připojené k datové zprávě nebo jsou s ní logicky spojené a umožňují ověření totožnosti podepsané osoby ve vztahu k datové zprávě. Zaručeným elektronickým podpisem (který je vyžadován při ověřování zdravotnické dokumentace), se rozumí takový, který splňuje následující požadavky (§2 písm.b):

- 1) je jednoznačně spojen s podepisující osobou,
- 2) umožňuje identifikaci podepisující osoby ve vztahu k datové zprávě,
- 3) byl vytvořen a připojen k datové zprávě pomocí prostředků, které podepisující osoba může udržet pod svou výhradní kontrolou,
- 4) je k datové zprávě, ke které se vztahuje, připojen takovým způsobem, že je možno zjistit jakoukoliv následnou změnu dat.

5.4 Právní úprava lékařského výzkumu a používání metod dosud nezavedených v klinické praxi

Člověk se stává stále širším pramenem vědeckého poznání cestou lékařského experimentu. S tím ovšem souvisí i eticko-právní problémy a právní záruky, které se v širším měřítku vynořily před polovinou dvacátého století. Norimberský kodex jako reakce na vojenské zločiny spáchané za II. světové války formuloval deset základních principů, jež je nutno dodržovat při pokusu na člověku. Tento kodex byl orientován především proti zneužívání vědy. Poměrně brzy se ukázala hlubší složitost této problematiky a její řešení odeznělo v deklaraci Světové lékařské asociace, přijaté v Helsinkách v roce 1964, doplněné v Tokiu v roce 1975 a v Benátkách v roce 1983. Tyto zásady nemají vnitrostátní právní závaznost, ale jejich obecné uznání jako etického kodexu je podtrženo tím, že je do svých programů zahrnula též Světová zdravotnická organizace. Etické a právní záruky medicínského experimentu na člověku jsou trvale na pořadu jednání významných kongresů, předmětem stálé pozornosti odborné literatury i usnesení zdravotnických i jiných organizací, jakož i legislativních snah [96].

Celá řada telemedicínských aplikací představuje metody dosud nezavedené v klinické praxi, které spadají pod právní režim lékařského experimentu. V chirurgii se jedná především o výzkum v oblasti robotiky a operací prováděných na dálku.

Podle zákona č.20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, se ověřování nových poznatků na živém člověku použitím metod dosud nezavedených v klinické praxi provádí pouze s písemným souhlasem osoby, na niž má být ověření provedeno, a na základě písemného souhlasu Ministerstva zdravotnictví. Při vydávání souhlasu vychází Ministerstvo zdravotnictví ze směrnice č. 4/1985 Sb., zveřejněné ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví a registrované v částce 24/1985 Sb. Jde tedy o obecně závazný právní předpis. Před udělením souhlasu s použitím metod dosud nezavedených v klinické praxi musí být osoba, které se použití metody týká, náležitě informována o povaze, způsobu aplikace, trvání a účelu nezavedené metody, jakož i o nebezpečí s použitím této metody spojené. Ověřování nových poznatků nesmí být prováděno na osobách ve vazbě a ve výkonu trestu odnětí svobody.

5.5 Poučení a souhlas pacienta

V předchozím textu byl opakovaně zmíněn pojem poučení a souhlas pacienta. Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi důležitý prostředek ochrany jak pacienta, tak ošetřujícího personálu, považuji za vhodné uvést několik poznatků k jeho praktickému použití. Úloha informovaného souhlasu v telemedicině je díky jejímu technickému a často neosobnímu charakteru o to důležitější.

V současnosti je oblast informovaného souhlasu a s tím spojeného práva pacienta být poučen o plánovaném zákroku nejrychleji rostoucí částí medicínského práva. Současně se v posledním desetiletí stal informovaný souhlas nejčastějším předmětem medicínskoprávních sporů. V této oblasti se nejvíce projevuje změna v chápání vztahu mezi lékařem a pacientem z paternalistického typu, kdy pacient byl pouhým pasívním příjemcem lékařské péče, na moderní, kooperativní typ, kdy se pacient na volbě péče spolupodílí a bez jeho vůle nemůže být žádný zákrok proveden. Zájem pacientů na prosazení jejich autonomie se takřka ve všech demokratických zemích odráží v zákonné garanci práva na informovaný souhlas. Mnozí kritici napadají tyto nové právní zásahy jako narušení vztahu důvěry mezi lékařem a pacientem a jeho

nahrazení vztahem neosobním, vztahem klienta a poskytovatele služby. Je otázkou, zda je právo informovaného souhlasu příčinou narušení vztahu důvěry nebo jeho důsledkem; tvrdí se, že práva pacientů obecně vznikla jako reakce na stále více neosobní, technický charakter poskytování medicínské péče. V každém případě institut informovaného souhlasu se zákrokem je skutečností, která z právních řádů již nevymizí, naopak jeho význam se v budoucnu zvýší [97].

V našem právu je souhlas definován v Úmluvě o biomedicíně, zákonu č.20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu a pro oblast transplantací v zákonu č. 282/2002 Sb., o darování, odběrech a transplantacích tkání a orgánů. Pravidla o informování pacienta jsou obsažena též v Etickém kodexu České lékařské komory. Ten je vzhledem k povinnému členství závazný pro všechny lékaře a jeho porušení zakládá disciplinární odpovědnost.

K zásadní změně právní úpravy poučení a souhlasu nemocného došlo vydáním zákona č.111/2007 Sb., kterým se novelizuje ustanovení §23 zákona č.20/1966 Sb. Bylo tak nahrazeno dlouho kritizované vágní znění, které ukládalo lékařům povinnost poučit vhodným způsobem nemocného, případně členy jeho rodiny o povaze onemocnění a o potřebných výkonech tak, aby se mohli stát aktivními spolupracovníky při poskytování léčebně preventivní péče. Změna spočívá jednak v upřesnění obsahu poučení, jednak v možnosti volby pacienta, která z osob může být o jeho zdravotním stavu informována, případně poskytování informací zakázat.

Informace, které musí poučení obsahovat, a podmínky, za nichž je poskytováno, jsou dílem popsány v textu článku 5 Úmluvy o biomedicíně a §23 zákona č.20/1966 Sb., dílem je lze dovodit z účelu a smyslu poučení.

Poučení musí být poskytnuto „předem“. To znamená, že pacient musí mít dostatek času na to, aby si mohl dostatečně rozvážit, zda se zákroku za daných podmínek podrobí či ne. Záleží pochopitelně na závažnosti zákroku, u velmi jednoduchých zákroků není třeba dlouhého času na rozmyšlenou. Naopak u rozsáhlejších operací je vhodné pacientovi poskytnout čas na to, aby se poradil s rodinou či blízkým člověkem nebo si opatřil názor jiného lékaře.

Složitým problémem je, kdo má poučení poskytovat, pečuje-li o pacienta více lékařů, typicky v nemocnici, kde podstupuje pacient specializované diagnostické

a terapeutické zákroky. Ještě komplikovanější je situace při poskytování telekonzultací nebo telerobotických operačních výkonů, kde chybí osobní kontakt s lékařem provádějícím vyšetření nebo operační výkon. Výkladem současné právní úpravy lze dojít k závěru, že povinností ošetřujícího lékaře je poskytovat „obecné“ poučení o průběhu léčby, účelu vyžádaných vyšetření a plánovaných léčebných výkonů. Pokud jde o specializovaná vyšetření, potom každý z lékařů, který je bude sám provádět, je povinen pacienta o tomto výkonu předem poučit. U telerobotických operačních výkonů, kde není možnost podání informací přímo ze strany lékaře provádějícího operaci, je poučovací povinnost plně přenesena na ošetřujícího lékaře.

Obsahem poučení jsou především informace týkající se účelu, povahy a důsledků výkonu. Pacient by měl být informován, zda jde o zákrok diagnostický nebo léčebný, a taktéž, zda je možné jej odložit, případně jaká rizika se s odkladem pojí. Zmínit je třeba důsledky buď úspěšného provedení výkonu, typicky bolestivost, dočasnou nepohyblivost, případně přibližnou délku hospitalizace či pracovní neschopnosti.

Součástí řádného poučení je i informace o rizicích a to jednak obecně spojených s daným výkonem, tak i o rizicích spojených s osobou pacienta vzhledem k jeho věku, předchozím zdravotním komplikacím, komorbiditám apod. Složitým problémem, který poutá pozornost judikatury i právní teorie, je odlišení „důležitých“ rizik od „nedůležitých“. Každý krok je totiž spojen s rizikem mnoha komplikací, většina z nich však buď není závažná, nebo je jejich pravděpodobnost mizivá. Poučovat pacienta o všech rizicích by bylo zbytečně stresující a časově náročné. Jako řešení bylo navrženo například poučovat pouze o rizicích, jejichž pravděpodobnost je vyšší než jednoprocenní. Avšak pro rozhodnutí pacienta může být relevantnější půlprocenní riziko smrti než desetiprocentní riziko snížené mobility. Judikatura též obecně klade vyšší požadavky na poučení u zákroků, které nejsou nezbytné, zejména u kosmetických operací [97]. Pokud jde o tuto problematiku v telemedicině, zatím není znám soudní případ, který by ji řešil v souvislosti s telerobotickým operačním výkonem. Vzhledem ke specifikům, které telemedicínské aplikace a hlavně telerobotické operační výkony mají, se jeví jako nanejvýš vhodné pojmout poučení nemocného co nejpodrobněji.

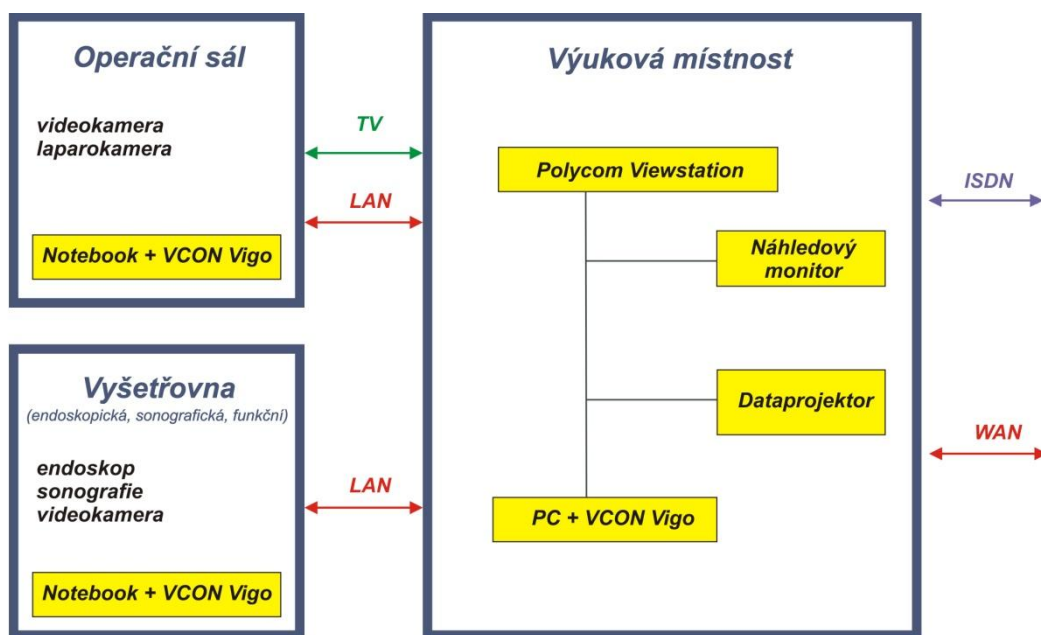
Do znění zákona č.20/1966 Sb, o péči o zdraví lidu, byla zakotvena i povinnost lékaře poučit pacienta o alternativách výkonu. Z praktického hlediska je zjevné, že bez znalosti alternativ nemůže pacient posoudit a rozhodnout, zda je navržený zákrok skutečně pro něj nejpříjatelnějším řešením, a udělený souhlas proto bude z právního hlediska vadný. U telerobotických operací je nutno vždy uvést jako alternativu možnost provedení výkonu laparoskopicky nebo otevřeně.

6 Soubor studentů a metodika

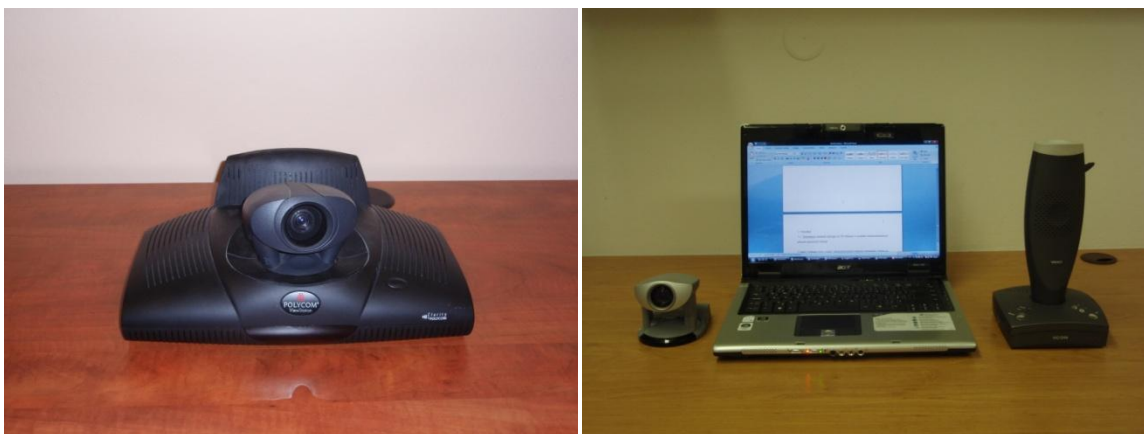
6.1 Teleedukace studentů chirurgie LF UP Olomouc s využitím videokonferenčních přenosů operačních výkonů

Projekt videokonferenčních přenosů operačních výkonů při studiu chirurgie na pregraduální a postgraduální úrovni byl na II.chirurgické klinice LF UP Olomouc zahájen v roce 2002. Finanční podpora byla zajištěna grantem FRVŠ č.1122/2002 s názvem „Využití telechirurgie ve výuce chirurgických oborů při studiu medicíny“.

První fází projektu bylo vytvoření návrhu technického řešení videokonferenčního spojení a ověření jeho praktické využitelnosti při výuce chirurgie. Základním požadavkem byl kvalitní obousměrný přenos obrazových a zvukových dat mezi výukovou místností studentů, operačním sálem a ambulantními vyšetřovny (sonografická, endoskopická, funkční vyšetření). Kromě toho bylo požadováno, aby zařízení umožňovalo přenos obrazových a zvukových dat mezi chirurgickými klinikami FN Olomouc a ostatními chirurgickými pracovišti v ČR a zahraničí. Technické řešení bylo navrženo ve spolupráci s firmou System602 a je uvedeno na obr. 6.1.



Obr. 6.1 Schéma videokonferenčního spojení mezi operačními sálami, ambulantními vyšetřovny a výukovou místností studentů



Obr. 6.2 Videokonferenční zařízení Polycom Viewstation (vlevo) a VCON Vigo Professional (vpravo)

Technický základ tvoří videokonferenční zařízení Polycom Viewstation 128/512/SP/MP a VCON Vigo Professional (obr. 6.2). Tato zařízení připojená do sítě LAN nebo ISDN linek umožňují přenos obrazu a zvuku rychlostí až 1,5 Mbit/s.

Pro videokonferenční přenos operací nabízí navržené technické řešení dva způsoby přenosu obrazu a zvuku mezi centrálními operačními sály a výukovou místností studentů. První z nich využívá analogový televizní okruh, který byl ve Fakultní nemocnici Olomouc při její modernizaci již dříve instalován. Vstupní signál do tohoto okruhu může být modulován na každém z centrálních sálů FN Olomouc, výstupní bod je instalován ve výukových místnostech (knihovnách) obou chirurgických klinik, kde umožňuje připojení zobrazovacího zařízení (dataprojektor). Ke snímání obrazu slouží kamery firmy Martin Medizin – Technik, uchycené na samostatných ramenech nad operačním stolem (obr. 6.3). Nad místem uchycení kamery je i prostorový mikrofon snímající zvuk z prostoru operačního sálu.

Druhý způsob využívá k přenosu obrazových a zvukových dat síť LAN. Připojení k této síti je dostupné na všech centrálních operačních sálech, chirurgických vyšetřovných i výukových prostorách studentů LF UP, přičemž rychlost připojení na všech místech převyšuje 1Mbit/s. Videokonferenční přenos zprostředkovávají zařízení VCON Vigo Professional propojená s osobním počítačem, na němž je instalován software VCON MeetingPoint 4.6. Zdrojem obrazu je kamera Canon VC-C4 (obr. 6.3), umístěná stejně jako v předchozím případě na samostatném ramenu nad operačním stolem. Zvuk na sále je snímán pomocí náhlavní soupravy bezdrátového mikrofonu, kterou má operatér.



Obr. 6.3 Kamery snímající obraz na operačním sále – kamera Martin Medizin Technik (vlevo), kamera Canon VC-C4 (vpravo)

Ještě před zahájením vlastní výuky studentů LF UP byly prakticky vyzkoušeny obě varianty videokonferenčního přenosu operací mezi sály a výukovou místností II.chirurgické kliniky. V letech 2003-2005 bylo uspořádáno 8 postgraduálních vzdělávacích kurzů zaměřených na aktuální témata miniinvazivní, kolorektální a cévní chirurgie. Hlavní náplní kurzů byly moderované přenosy operačních výkonů jednak z centrálních operačních sálů FN Olomouc, jednak přenosy operací z jiných pracovišť – Nemocnice Třinec-Podlesí a IRCAD/EITS Štrasburk, Francie. Ukázalo se, že jak metoda analogového, tak digitálního přenosu dat nabízejí dostatečně kvalitní přenos obrazu využitelný pro výuku chirurgie. Při podrobném srovnání vlastností obou technických řešení se nicméně ukázala jako lepší druhá varianta. První výhoda spočívá v použití kamery Canon VC-C4. Tato kamera umožňuje polohování optiky ve vertikální a horizontální ose v rozsahu -40 až + 40 stupňů. Pohyby kamerou, stejně jako zoom, je možné řídit buď dálkovým ovladačem na operačním sále nebo přímo z počítače ve výukové místnosti. Proti prvnímu technickému řešení stabilní kamery tak odpadá nutnost častého polohování držáku kamery při přemístění v operačním poli.

Další nespornou výhodou druhé technické varianty je použití náhlavní soupravy bezdrátového mikrofону, kterou má operátor. To zabraňuje přítomnosti rušivých zvuků z prostoru operačního sálu a přispívá ke srozumitelnosti přenosu.

Na základě výše uvedeného jsme ve výuce studentů zařazených do našeho výzkumu používali digitální variantu videokonferenčního přenosu. Cílovou skupinou byli studenti IV. ročníku všeobecného lékařství a stomatologie LF UP v Olomouci. Součástí výuky těchto studentů byla standardně dle studijního plánu povinná chirurgická praxe v délce trvání 2 týdnů, kterou absolvovali na I. nebo II. chirurgické klinice LF UP. Chirurgická praxe navazovala na absolvování výuky chirurgie v 7. a 8. semestru, která zahrnovala přednášky a semináře s tématy chirurgické propedeutiky a speciální chirurgie. Náplní praxe byla jednak účast studentů na vizitách u hospitalizovaných pacientů a ošetřování nemocných na chirurgické ambulanci, jednak sledování případně asistence při operačních výkonech na sále. V rámci našeho výzkumu byl program praxe modifikován tak, že v druhém týdnu praxe v době od 8 do 13 hodin probíhala výuka formou moderovaných videokonferenčních přenosů operačních výkonů z centrálních operačních sálů do výukové místnosti II. chirurgické kliniky LF UP. Zde byl spolu se studenty přítomen jeden vyučující, který poskytoval odborný komentář k operacím a moderoval komunikaci mezi studenty a operátérem.

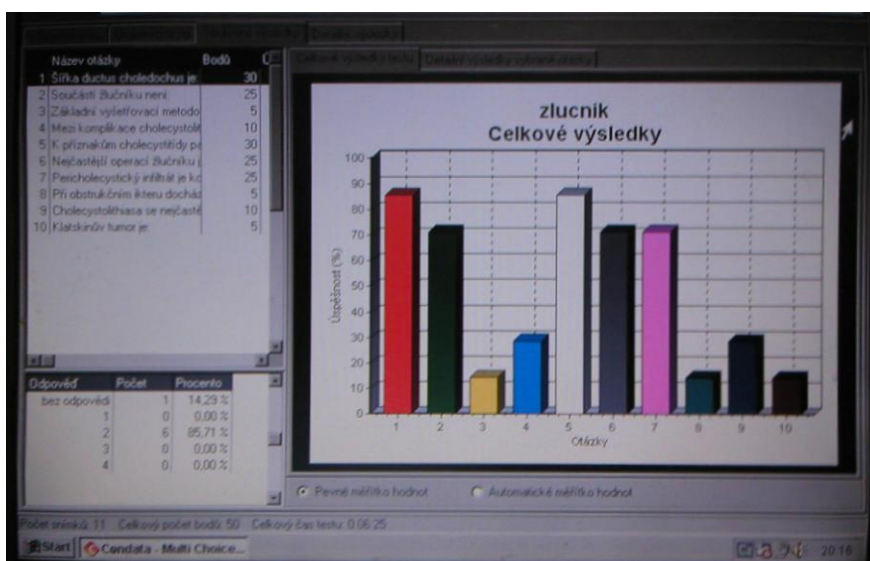
Do této formy výuky pomocí videokonferenčních přenosů (skupina VP) bylo v akademickém roce 2004/2005 zařazeno 22 studentů stomatologie a 51 studentů všeobecného lékařství, celkem tedy 73 studentů (27 mužů, 46 žen). Výuka probíhala ve skupinách, které tvořilo 8 až 16 mediků. Kontrolní skupinou byli studenti akademického roku 2003/2004, kteří absolvovali chirurgickou praxi standardním způsobem (skupina OS – operační sál). Celkem se jednalo o 70 studentů (31 mužů, 39 žen), z nichž 19 bylo studentů stomatologie a 51 všeobecného lékařství. Charakterika obou skupin je uvedena v tabulce 6.1.

Tabulka 6.1 Charakteristika souboru studentů

	Všeobecné lékařství	Stomatologie	Celkem	Počet skupin	Počet studentů v 1 skupině
Skupina VP	51	22	73	6	12 (8-16)
Skupina OS	51	19	70	6	12 (7-15)

Počet studentů v 1 skupině je uveden jako medián s rozmezím minimální a maximální hodnoty

V obou skupinách byl u všech studentů proveden vstupní a závěrečný test chirurgických znalostí. Vstupní test medicí absolvovali první den před zahájením praxe, závěrečný test poslední den po jejím skončení. Test zahrnoval 15 otázek z chirurgické propedeutiky a 35 otázek ze speciální chirurgie. Ke každé otázce měli studenti nabídku 3 odpovědí, z nichž pouze jedna byla správná. Testování probíhalo v počítačové formě ve skupinách po 7-16 studentech. Šablony testů byly zpracovány tak, aby žádná z otázek vstupního testu se neopakovala v testu závěrečném. Jednotlivé otázky byly studentům promítnuty na plátno dataprojektorem a ti odpovídali volbou správné odpovědi na hlasovacím zařízení. Celková doba testu byla 50 minut. Odpovědi byly zpracovány a vyhodnoceny pomocí počítačového programu Condata – Multichoice test verze 1.0 (obr. 6.4). Každá správná odpověď byla ohodnocena 1 bodem, maximální bodový zisk studenta tak mohl být 50 bodů (100%). Výsledky bodového hodnocení všech studentů byly statisticky zpracovány, vyhodnocení statistické signifikance jsme provedli Studentovým t-testem.



Obr. 6.4 Zpracování a vyhodnocení testů pomocí počítačového programu Condata – Multichoice test verze 1.0.

Na závěr každého bloku praxe studenti provedli evaluaci výuky pomocí standardizovaných písemných dotazníků. Konkrétně byli dotazováni na možnost kvalitně sledovat operační pole, možnost klást otázky v průběhu výuky a spokojenost s probíranými tématy. Kromě toho se medicí vyjadřovali k formě výuky a efektivitě využití času při studiu. Vzor dotazníku je uveden v příloze 1.

Odpovědi studentů bylo hodnocení jednotlivých témat pomocí Likertovy stupnice v rozsahu 1 až 5, kde 5 reprezentuje nejlepší hodnocení. Data ve skupině VP i OS byla statisticky vyhodnocena, ke stanovení statistické signifikace bylo použito chí-kvadrát testu.

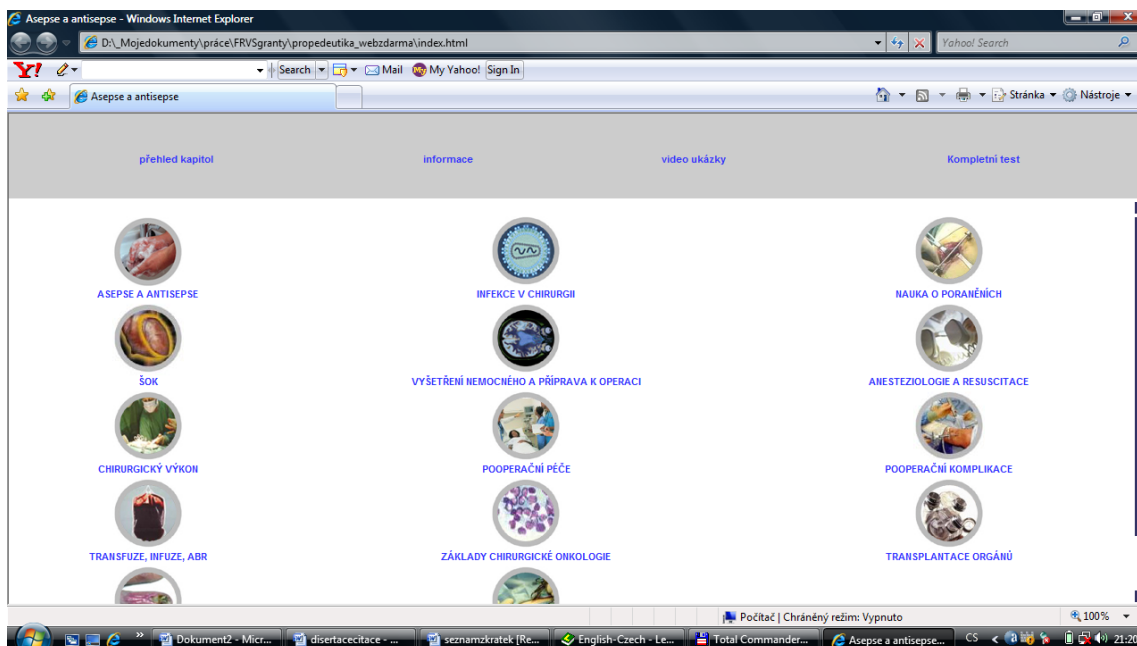
6.2 E-learning ve výuce chirurgie studentů LF UP Olomouc

Druhá část výzkumu měla za cíl vytvoření moderních výukových materiálů chirurgie na bázi e-learningu a vyhodnocení jejich vlivu na kvalitu výuky a úroveň znalostí studentů.

Vzhledem k rozsahu učiva a časové náročnosti na tvorbu výukových materiálů byly tyto publikovány postupně v letech 2004-2006. Finanční podporou jejich tvorby byly granty FRVŠ 14/2004 „Multimediální výukový program pro mediky a postgraduální studium – chirurgická propedeutika“, FRVŠ 1553/2005 - „Koloproktologie - multimediální výukový program pro mediky a postgraduální studium“ a FRVŠ 1860/2006 - „Akutní stavy v chirurgii - multimediální výukový program pro mediky a postgraduální studium“. Na tvorbě těchto výukových materiálů se podílel kolektiv lékařů II. chirurgické kliniky LF UP (Prof. MUDr. Miloslav Duda, DrSc., MUDr. Pavel Zbořil, MUDr. Pavel Skalický, MUDr. Ivo Klementa, Doc. MUDr. Kamil Vysloužil, CSc., Prof. MUDr. Michael Dlouhý, CSc.).

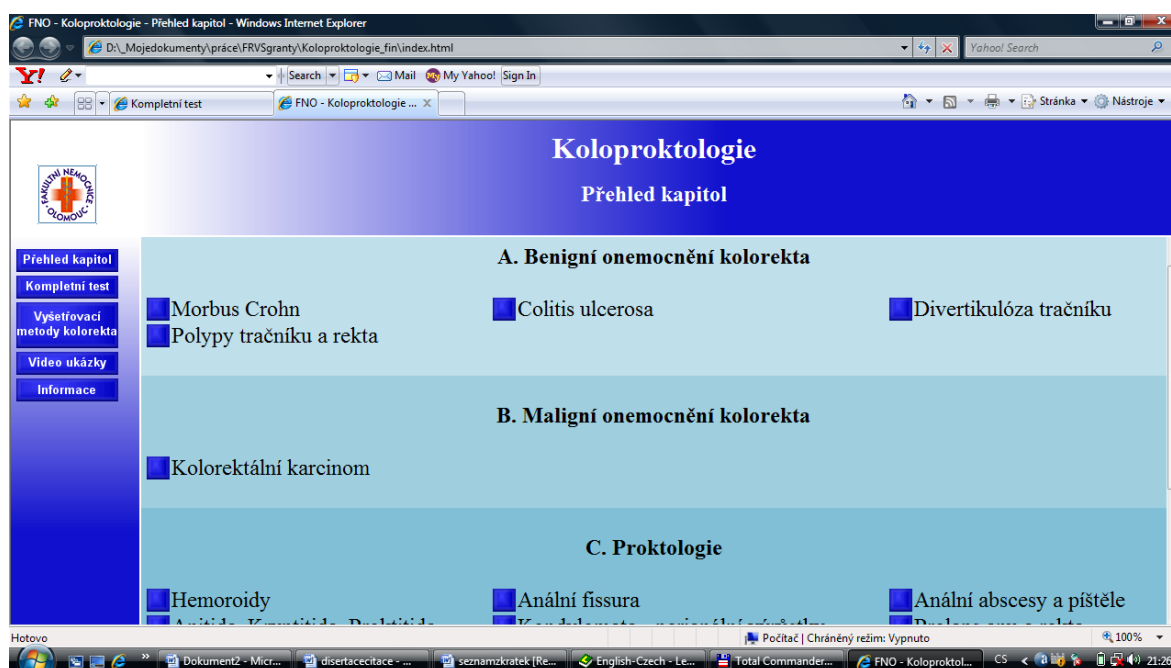
Všechny nové výukové texty byly vytvořeny na bázi e-learningu. Studentům byly dostupné odkazem na internetových stránkách LF UP Olomouc (<http://www.lfup.upol.cz>) i FNOL (<http://www.fnol.cz>). Kromě toho byla studentům zdarma k dispozici offline verze na CD-ROM.

Učební text chirurgické propedeutiky byl rozdělen do 14 kapitol (obr. 6.5). Každá kapitola je rozdělena na jednotlivé podkapitoly, na které je možno zrychleně přecházet kliknutím na odkaz umístěný na levé liště. V textu jsou hypertextové odkazy vyznačené barevně a symboly kamery pro zobrazení obrázku nebo spuštění videosekvence. Vlevo na liště je u každé kapitoly odkaz na autotest. Otázky se zaměřují na nejdůležitější body probírané v příslušné kapitole, jejich správné zodpovězení znamená úspěšné nastudování tématu. Další možností studenta při samostudiu je glosování textu u každé kapitoly, poznámky se ukládají na harddisk PC.



Obr. 6.5 E-learningový výukový program - chirurgická propedeutika

V základním menu úvodní stránky má student k dispozici kompletní test zahrnující otázky ze všech kapitol chirurgické propedeutiky. Ve všech případech je možné vyhodnocení testu a zobrazení správných odpovědí. Další záložka nabízí odkaz na seznam videoukázek a informace o výukovém materiálu.

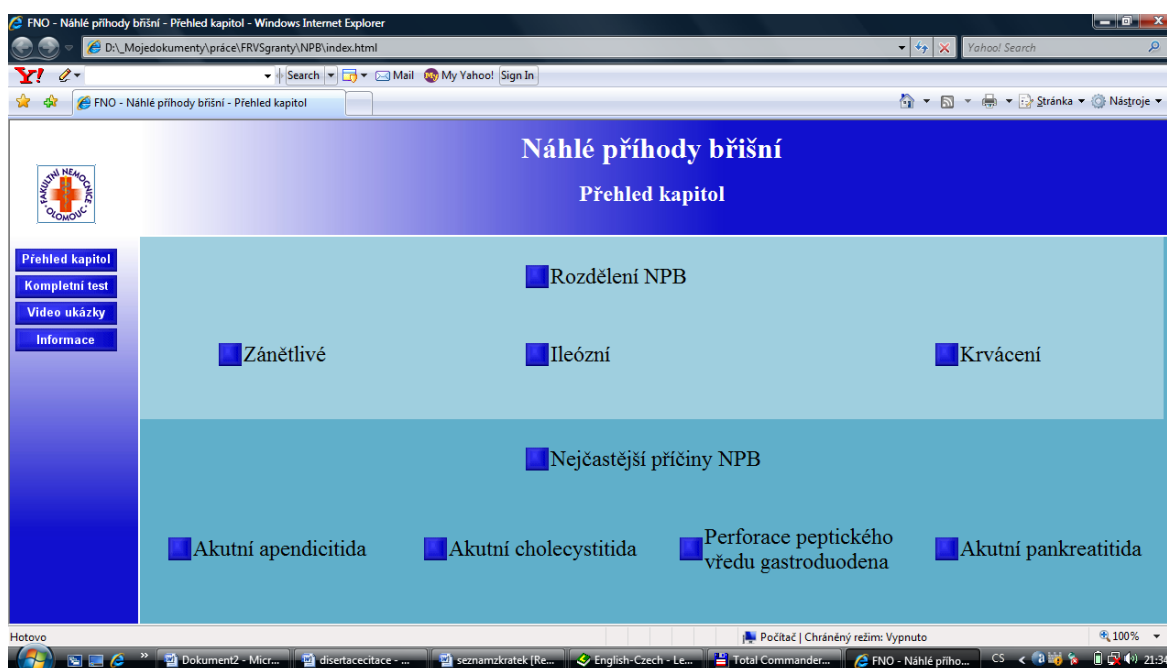


Obr. 6.6 E-learningový výukový program – koloproktologie

Obdobným způsobem byl vytvořen i multimediální výukový materiál koloproktologie (obr. 6.6). Program je rozdělen do čtyř modulů – benigní onemocnění kolorekta, maligní onemocnění kolorekta, proktologie a chirurgická anatomie tračníku a anorekta. Tyto moduly se dále člení na 17 kapitol. Studentům jsou k dispozici nástroje jako autotest, poznámky, seznam videoukázek a závěrečný test. Následující záložka - vyšetřovací metody -umožní přejít na seznam vyšetřovacích metod kolorekta včetně názorných ukázek.

Další oblastí speciální chirurgie zpracovanou do podoby e-learnigové výuky byla problematika náhlých příhod břišních (obr. 6.7). Výukový materiál je rozdělen do dvou modulů obsahujících 7 kapitol. První modul obsahuje obecnou charakteristika a rozdělení náhlých příhod břišních, druhý potom vybrané příčiny náhlých příhod břišních, se kterými se student ve své budoucí praxi nejčastěji setká – akutní apendicitida, akutní cholecystitida, perforace peptického vředu gastroduodena a akutní pankreatitida.

Cílovou skupinou, pro kterou jsou multimediální výukové materiály určeny, jsou všichni studenti lékařských fakult. Přestože rozsahem informací jsou určeny hlavně pro studenty všeobecného lékařství a stomatologie, mohou být využity i při výuce chirurgie v bakalářských studijních oborech (ošetřovatelství, porodní asistent).



Obr. 6.7 E-learningový výukový program – náhlé příhody břišní

K vyhodnocení vlivu použití e-learningových výukových materiálů na kvalitu výuky a úroveň znalostí studentů chirurgie jsme použili skupinu 47 studentů (15 mužů, 32 žen) 6.ročníku všeobecného lékařství LF UP v Olomouci ve školním roce 2006/2007 (skupina EV). Studenti absolvovali předepsaným způsobem prezenční výuku chirurgie v délce 8 týdnů dle platných sylabů. Medici skupiny EV měli k podpoře výuky navíc k dispozici e-learningové výukové materiály chirurgické propedeutiky, koloproktologie a náhlých příhod břišních. Tyto materiály obdrželi všichni studenti první den výuky v off-line verzi na CD-ROM. Kromě toho byli informováni o možnosti on-line přístupu k výukovým materiálům na internetových stránkách LF UP a FN Olomouc. V úvodní lekci v délce 90 minut byly všem studentům demonstrovány funkce a ovládání výukových programů.

Kontrolní skupinu (skupina KV) tvořilo 45 studentů (17 mužů, 28 žen) 6.ročníku všeobecného lékařství školního roku 2003/2004. Tito medici absolvovali prezenční výuku chirurgie v délce 8 týdnů standardním způsobem, e-learningové výukové materiály jim nebyly k dispozici.

V obou skupinách byl u všech studentů proveden vstupní a závěrečný test chirurgických znalostí. Vstupní test medici absolvovali první den výuky, závěrečný test poslední den po jejím skončení. Test zahrnoval 15 otázek z chirurgické propedeutiky a 35 otázek ze speciální chirurgie. Metodika testování a vyhodnocení výsledků je stejná jako již dříve popsána v kapitole 6.1.

V poslední den výuky studenti obou skupin anonymně provedli evaluaci výuky pomocí standardizovaných písemných dotazníků (viz. příloha 2). Hodnotili v nich celkovou úroveň výuky, dostupnost a kvalitu výukových materiálů a schopnost samostatného vyhledávání medicínských informací. Odpovědi studentů bylo hodnocení jednotlivých témat pomocí Likertovy stupnice v rozsahu 1 až 5, kde 5 reprezentuje nejlepší hodnocení. Data v obou skupinách EV i KV byla statisticky vyhodnocena, ke stanovení statistické signifikace bylo použito chí-kvadrát testu.

Dotazník ve sledované skupině studentů vyučovaných s pomocí e-learningu navíc zahrnoval otázky ohledně využívané verze programu (CD-ROM, internet), rychlosti připojení k internetu a srovnání e-learningu a klasické výuky.

7 Výsledky

7.1 Teleedukace studentů chirurgie LF UP Olomouc s využitím videokonferenčních přenosů operačních výkonů

V rámci výzkumu vlivu využití videokonferenčních přenosů operačních výkonů na kvalitu výuky chirurgie studentů LF UP bylo v 5 skupinách sledovaných studentů uskutečněno celkem 70 přenosů, průměr na 1 skupinu v jednotýdenním výukovém cyklu činí 14 operací. Zastoupeno bylo široké spektrum operačních výkonů – plastiky kýl, cholecystektomie, resekce střeva, resekce jater, fundoplikace, thyreoidektomie a operace varixů (tab. 7.1).

Tabulka 7.1 Zastoupení operačních výkonů při videokonferenčních přenosech

Typ operačního výkonu	Celkový počet přenosů	Počet přenosů v 1 výukovém bloku
Hernioplastika	19	3,8 ± 0,7
Cholecystektomie	15	3,0 ± 0,9
Operace střeva	11	2,2 ± 0,4
Resekce jater	3	0,6 ± 0,5
Fundoplikace	5	1,0 ± 0,6
Thyreoidektomie	9	1,8 ± 0,4
Operace varixů	8	1,4 ± 0,5
Celkem	70	14 ± 3,2

Údaje o počtu přenosů v 1 výukovém bloku jsou uváděny jako průměr se směrodatnou odchylkou

Všichni studenti skupiny VP (n=73) i kontrolní skupiny OS (n=70) souhlasili s účastí na výzkumu a po ukončení výuky vyplnili evaluační dotazník (tab. 7.2). Medici sledované skupiny VP hodnotili kvalitu zobrazení operačního pole a možnost jeho sledování v průběhu výkonu statisticky signifikantně lépe než studenti skupiny OS ($p < 0,01$). Obdobně byli více spokojeni s možností klást dotazy k aktuální problematice v průběhu operace ($p < 0,01$). Studenti skupiny VP hodnotili chirurgickou praxi z hlediska využití času jako efektivnější ($p < 0,01$) a vyjádřili vyšší celkovou spokojenost s chirurgickou praxí ($p < 0,01$). Rozdíl ve zvýšení zájmu o chirurgii mezi oběma skupinami zaznamenán nebyl ($p = 0,89$).

Tabulka 7.2 Dotazníková evaluace výuky

	Skupina VP (n=73)	Skupina OS (n=70)	P
kvalita pohledu do operačního pole	5,0 (4,0-5,0)	3,0 (3,0-4,0)	<0,01
možnost volně klást dotazy	4,0 (4,0-5,0)	3,0 (3,0-4,0)	<0,01
efektivita výuky	5,0 (4,0-5,0)	3,0 (3,0-4,0)	<0,01
zvýšení zájmu o chirurgii	2,0 (2,0-3,0)	2,0 (2,0-3,0)	0,89
celkové hodnocení chirurgické praxe	4,0 (4,0-5,0)	3,0 (3,0-4,0)	<0,01

Odpovědi studentů byly ohodnoceny pomocí Likertova skóre v rozsahu 1 až 5, kde 5 značí nejlepší hodnotu. Data jsou prezentována jako mediány s rozmezím 1. a 3.kvartilu. K určení statistické signifikance byl použit chí-kvadrát test.

Rozdíl mezi skupinami VP a OS byl i v hodnocení témat probíraných v rámci výuky (tab. 7.3). Studenti ve skupině VP byli více spokojeni se zastoupením anatomických témat ($p<0,01$), indikací operačních výkonů ($p<0,01$) a chirurgické techniky ($p<0,01$), naproti tomu v hodnocení témat komplikace chirurgických výkonů ($p=0,22$) a pooperační péče ($p=0,64$) rozdíl mezi oběma skupinami zaznamenán nebyl.

Tabulka 7.3 Hodnocení témat probíraných v rámci výuky

	Skupina VP (n=73)	Skupina OS (n=70)	P
Anatomie	4,0 (4,0-5,0)	3,0 (3,0-4,0)	<0,01
chirurgická technika	4,0 (4,0-5,0)	4,0 (3,0-5,0)	<0,01
indikace operačních výkonů	4,0 (3,0-5,0)	3,0 (2,0-4,0)	<0,01
komplikace chirurgických výkonů	2,0 (2,0-3,0)	2,0 (2,0-3,0)	0,22
pooperační péče	2,0 (2,0-3,0)	2,0 (2,0-3,0)	0,64

Odpovědi studentů byly ohodnoceny pomocí Likertova skóre v rozsahu 1 až 5, kde 5 značí nejlepší hodnotu. Data jsou prezentována jako mediány s rozmezím 1. a 3.kvartilu. K určení statistické signifikance byl použit chí-kvadrát test.

Vzhledem k tomu, že se výuky účastnily dvě různorodé skupiny studentů – stomatologie a všeobecného lékařství, vyhodnotili jsme i případné rozdíly v evaluaci výuky mezi těmito podskupinami (tab. 7.4 a 7.5). V žádném ze sledovaných parametrů nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl.

Tabulka 7.4 Srovnání evaluace výuky studenty všeobecného lékařství a stomatology ve skupině videokonferenčních přenosů

	Všeobecné lékařství (n=51)	Stomatologie (n=22)	P
kvalita pohledu do operačního pole	5,0 (4,0-5,0)	5,0 (4,0-5,0)	0,83
možnost volně klást dotazy	4,0 (4,0-5,0)	4,5 (4,0-5,0)	0,93
efektivita výuky	5,0 (4,0-5,0)	5,0 (4,0-5,0)	0,67
zvýšení zájmu o chirurgii	2,0 (2,0-3,0)	2,0 (2,0-3,5)	0,85
celkové hodnocení chirurgické praxe	4,0 (4,0-5,0)	4,5 (4,0-5,0)	0,49

Odpovědi studentů byly ohodnoceny pomocí Likertova skóre v rozsahu 1 až 5, kde 5 značí nejlepší hodnotu. Data jsou prezentována jako mediány s rozmezím 1. a 3.kvartilu. K určení statistické signifikance byl použit chí-kvadrát test.

Tabulka 7.5 Hodnocení témat probíraných v rámci výuky – srovnání mezi studenty všeobecného lékařství a stomatology ve skupině videokonferenčních přenosů

	Všeobecné lékařství (n=51)	Stomatologie (n=22)	P
Anatomie	5,0 (4,0-5,0)	4,0 (4,0-5,0)	0,77
chirurgická technika	4,0 (4,0-5,0)	4,0 (4,0-5,0)	0,97
indikace operačních výkonů	4,0 (3,0-5,0)	4,0 (3,0-5,0)	0,83
komplikace chirurgických výkonů	3,0 (2,0-3,0)	2,0 (2,0-3,0)	0,71
pooperační péče	2,0 (2,0-3,0)	2,0 (2,0-3,0)	0,69

Odpovědi studentů byly ohodnoceny pomocí Likertova skóre v rozsahu 1 až 5, kde 5 značí nejlepší hodnotu. Data jsou prezentována jako mediány s rozmezím 1. a 3.kvartilu. K určení statistické signifikance byl použit chí-kvadrát test.

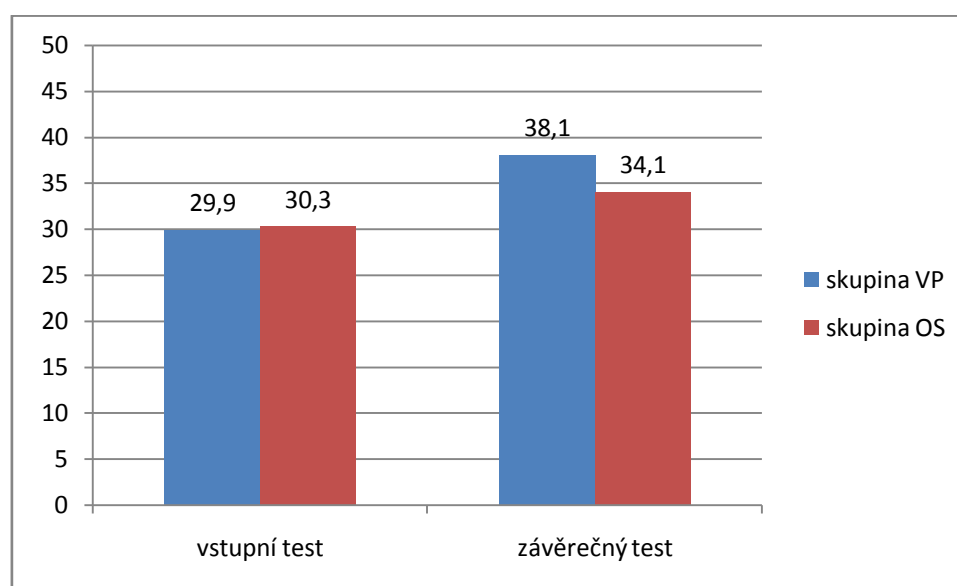
Úroveň znalostí studentů byla hodnocena vstupním a závěrečným počítačovým testem (tab. 7.6). Průměrný bodový zisk ve vstupním testu byl ve skupině VP 29,9±7,6 bodů, se statisticky významným rozdílem ($p < 0,01$) mezi studenty stomatology (28,3±6,8) a všeobecného lékařství (30,6±7,8). Ve skupině OS byl zaznamenán průměrný bodový zisk vstupního testu znalostí 30,3±6,0 bodů, rovněž statisticky významný ($p < 0,01$) byl rozdíl mezi studenty stomatology (28,6±5,1) a všeobecného lékařství (30,9±6,2). Rozdíl ve výsledcích testu mezi skupinami VP a OS prokázán nebyl ($p = 0,74$).

Po ukončení praxe je zřetelný nárůst úspěšnosti v závěrečném testu proti vstupnímu, a to ve skupině VP i OS (graf 7.1). Tento trend je sledovatelný jak u studentů všeobecného lékařství, tak stomatology. Současně je možné vidět, že nárůst bodového hodnocení byl ve skupině VP vyšší než ve skupině OS ($p < 0,01$) – průměrně 8,2 vs. 3,9 bodu.

Tabulka 7.6 Výsledky bodového hodnocení studentů v testu znalostí

	Skupina VP			Skupina OS		
	Vstupní test	Závěrečný test	Rozdíl	Vstupní test	Závěrečný test	Rozdíl
Studenti všeobecného lékařství	30,6±7,8	38,6±5,4	8,0±4,8	30,9±6,2	34,8±5,1	3,9±2,4
Studenti stomatology	28,3±6,8	37,0±5,4	8,6±4,2	28,6±5,1	32,4±5,0	3,8±1,6
Celkem	29,9±7,6	38,1±5,4	8,2±4,6	30,3±6,0	34,1±5,2	3,9±1,4

Bodové hodnocení je uvedeno jako průměr se směrodatnou odchylkou.



Graf 7.1 Výsledky vstupního a závěrečného testu znalostí v obou skupinách studentů

7.2 E-learning ve výuce chirurgie studentů LF UP Olomouc

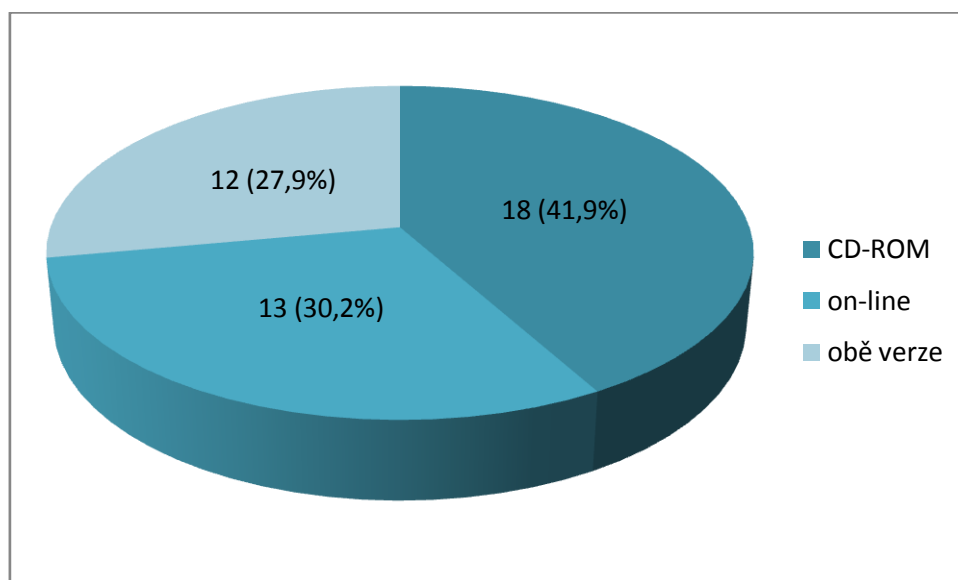
Všichni studenti sledované skupiny EV (n=47) i kontrolní skupiny KV (n=45) souhlasili s účastí na výzkumu a po ukončení výuky vyplnili evaluační dotazník (tab. 7.7). Při analýze výsledků hodnocení studia jsme sledovali lepší hodnocení kvality výukových materiálů ve skupině EV ve srovnání se skupinou KV ($p < 0,01$). Současně medicí EV považovali formu studia za více efektivní. Naproti tomu nebyl zjištěn statistický rozdíl mezi skupinami v hodnocení dostupnosti výukových materiálů ($p = 0,18$), zvýšení zájmu o chirurgii ($p = 0,23$) a frekvenci vyhledávání dalších odborných informací na internetu (např. v medicínských databázích) ($p = 0,29$).

Tabulka 7.7 Dotazníková evaluace e-learningové a klasické výuky

	Skupina EV (n=47)	Skupina KV (n=45)	P
kvalita výukových materiálů	4,0 (4,0-5,0)	4,0 (3,0-4,0)	<0,01
dostupnost výukových materiálů	5,0 (4,0-5,0)	4,0 (4,0-5,0)	0,18
vyhledávání informací na internetu	2,0 (1,0-2,0)	2,0 (1,0-2,0)	0,29
efektivita výuky	4,0 (3,0-5,0)	3,0 (2,0-4,0)	<0,01
zvýšení zájmu o chirurgii	3,0 (2,0-3,0)	2,0 (2,0-3,0)	0,23

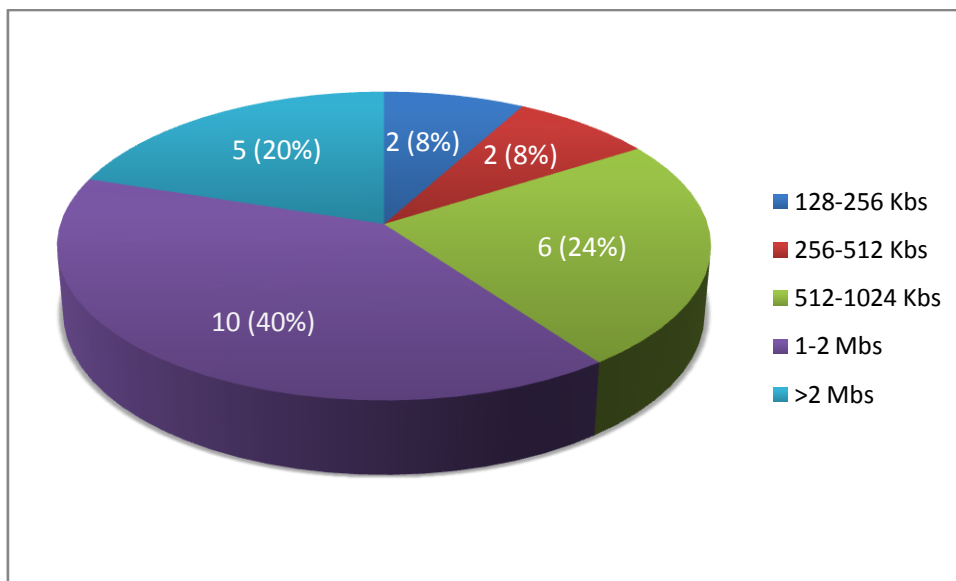
Odpovědi studentů byly ohodnoceny pomocí Likertova skóre v rozsahu 1 až 5, kde 5 značí nejlepší hodnotu. Data jsou prezentována jako mediány s rozmezím 1. a 3.kvartilu. K určení statistické signifikance byl použit chí-kvadrát test.

Ze všech 47 studentů skupiny EV jich 43 (91,5%) odpovědělo, že využili nabídnuté e-learningové materiály při studiu chirurgie. Pouze off-line verzi programu na CD-ROM přitom používalo 18 studentů (41,9 %), pouze on-line verzi na internetu 13 studentů (30,2 %), obě verze výukového programu potom 12 studentů (27,9 %) – viz graf 7.2.



Graf 7.2 Využití přístupů k e-learningovým výukovým materiálům

Medici, kteří využívali internetovou verzi programu (n=25) uváděli vysokou rychlost připojení – medián je v intervalu 1-2Mbit/s (graf 7.3). Statistickou analýzou nebylo prokázáno, že by rychlost připojení ovlivnila výsledné hodnocení výuky v ostatních sledovaných parametrech (otázky 1 – 5 dotazníku). Jako cut-off hranici jsme při tomto srovnání zvolili rychlost připojení 1Mbit/s. (tab. 7.8).



Graf 7.3 Rychlost připojení studentů využívajících on-line verzi e-learningových výukových programů

Tabulka 7.8 Evaluace výuky studenty e-learningové skupiny v závislosti na rychlosti připojení k e-learningovému portálu

	< 1 Mbit/s (n=10)	> 1 Mbit/s (n=15)	P
kvalita výukových materiálů	4,5 (4,0-5,0)	4,0 (4,0-5,0)	0,80
dostupnost výukových materiálů	4,0 (4,0-5,0)	4,0 (4,0-5,0)	0,89
vyhledávání informací na internetu	1,0 (1,0-2,8)	1,0 (1,0-2,0)	0,73
efektivita výuky	3,0 (3,0-5,0)	3,0 (3,0-4,5)	0,59
zvýšení zájmu o chirurgii	2,0 (2,0-3,0)	3,0 (2,0-3,0)	0,60

Odpovědi studentů byly ohodnoceny pomocí Likertova skóre v rozsahu 1 až 5, kde 5 značí nejlepší hodnotu. Data jsou prezentována jako mediány s rozmezím 1. a 3.kvartilu. K určení statistické signifikance byl použit chí-kvadrát test.

Na otázku, které výukové materiály by pro studium chirurgie preferovali, 31 studentů (72,1%) uvedlo e-learningové výukové programy, 12 studentů (27,9%) upřednostnilo tištěné materiály.

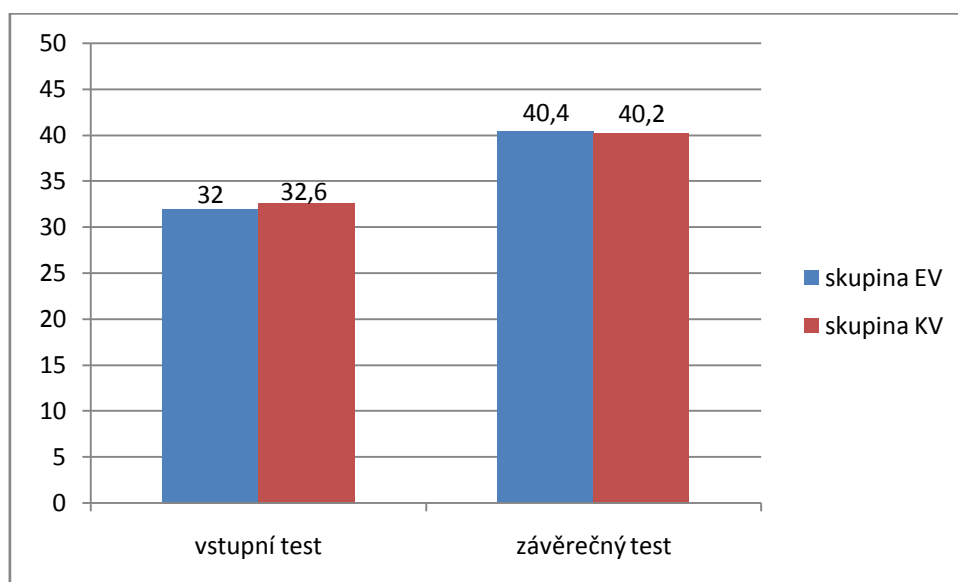
Úroveň znalostí všech mediků byla hodnocena vstupním a závěrečným počítačovým testem (tab. 7.9). Průměrný bodový zisk ve vstupním testu znalostí byl v obou skupinách srovnatelný - ve skupině EV $32,0 \pm 7,0$ bodů, v kontrolní skupině KV $32,6 \pm 5,5$ bodů. V obou skupinách studentů bylo zaznamenáno vyšší bodové hodnocení v závěrečném testu proti vstupnímu, nárůst činí ve

skupině EV $8,4 \pm 4,7$ bodů, ve skupině KV $7,6 \pm 5,3$ bodů. Rozdíl v nárůstu bodového hodnocení mezi sledovanou skupinou EV a kontrolní skupinou KV prokázán nebyl (graf 7.4).

Tabulka 7.9 Výsledky bodového hodnocení studentů v testu znalostí

	Skupina EV (n=47)	Skupina KV (n=45)	P
vstupní test	$32,0 \pm 7,0$	$32,6 \pm 5,5$	0,60
závěrečný test	$40,4 \pm 4,5$	$40,2 \pm 4,5$	0,83
bodový rozdíl	$8,4 \pm 4,7$	$7,6 \pm 5,3$	0,40

Bodové hodnocení je uvedeno jako průměr se směrodatnou odchylkou. K určení statistické signifikance byl použit nepárový oboustranný Studentův t-test.



Graf 7.4 Výsledky vstupního a závěrečného testu znalostí studentů

8 Diskuze

Výuka studentů medicíny představuje neustále se vyvíjející proces. Tak, jak dochází k rozvoji medicínského poznání a moderní technologie se stávají součástí nových standardů péče o nemocné, tak i metody výuky budoucích lékařů musejí tyto trendy reflektovat.

Poslední roky jsou ve znamení rychlého technického rozvoje digitálních technologií a Internetu. Tyto moderní komunikační prostředky se postupně stávají cenově dostupnými, a proto dnes nepředstavuje větší problém vytvořit výukové prostředí, které umožňuje přímou videokonferenční komunikaci mezi operačním sálem a výukovou místností.

Naše studie provádí evaluaci této moderní metody při výuce IV. ročníku všeobecného lékařství a stomatologie, a to pomocí analýzy subjektivního hodnocení výuky ze strany studentů a objektivního hodnocení úrovně jejich znalostí. Výsledky ukazují, že zařazení videokonferenčních přenosů do výuky v žádném ze sledovaných parametrů nezhoršilo hodnocení výuky studenty.

Výhody nového způsobu vzdělávání spatřují medicíci zařazení do našeho výzkumu v lepším přehledu v operačním poli a větší možnosti klást operačnímu týmu dotazy týkající se průběhu operace ve srovnání s asistencí nebo sledováním výkonu přímo na operačním sále. Přestože v některých dříve publikovaných studiích nebyla výhoda lepšího přehledu v operačním poli prokázána [98], my ji považujeme za jednu z hlavních výhod videokonferenčních přenosů proti výuce na operačním sále. Velký vliv na průběh vzdělávání (např. na možnost klást dotazy na operátora), může mít i způsob moderování videokonferenčního přenosu. V našem případě byl v přednáškové místnosti studentů vždy přítomen jeden lékař, který výuku vedl a poskytoval další komentář. S lepším přehledem v operačním poli a větší volností v pokládání dotazů v průběhu operace pravděpodobně souvisí dokumentovaná vyšší spokojenost studentů skupiny VP s některými probíranými tématy – anatomické poměry, chirurgická technika a indikace operačních výkonů. Naopak stejné hodnocení témat komplikace chirurgických výkonů a pooperační péče v obou skupinách ukazuje,

že tyto oblasti nejsou ve videokonferenčních přenosech obsaženy hlouběji než při standardní praxi.

V hodnocení efektivity výuky se u mediků ukázala praxe se zařazením videokonferenčních přenosů operací jako lepší. Naše výsledky se v tomto shodují s již dříve publikovanými výsledky jiných autorů na menších souborech studentů [98, 99]. Navzdory lepšímu celkovému hodnocení studia ve skupině videokonferenčních přenosů nebyl zjištěn rozdíl ve zvýšení zájmu o chirurgii proti kontrolní skupině, a to ani u studentů všeobecného lékařství, ani stomatologie. Tento výsledek může mimo jiné souviset s trendem menšího zájmu absolventů lékařských fakult o chirurgické obory a nemusí být přímo ovlivnitelný formou a kvalitou chirurgické výuky.

Zajímavý výsledek přineslo srovnání nárůstu znalostí studentů v obou skupinách. Při srovnatelném bodovém hodnocení ve vstupním testu se ukázal jako statisticky významný vyšší nárůst úrovně znalostí ve skupině videokonferenčních přenosů, a to jak u studentů stomatologie, tak všeobecného lékařství. V literatuře dosud nebyla publikována obdobná práce, která by zahrnovala aplikaci videokonferenčních přenosů ve výuce chirurgie se současnou objektivní evaluací úrovně získaných znalostí. Nenabízí se tak možnost přímého srovnání našich poznatků s jinými autory. Závěry podobných výzkumů v jiných medicínských oborech nejsou jednoznačné. Zatímco některými autory byly zjištěny lepší výsledky při použití videokonferenčních metod ve srovnání s konvenční formou výuky v pneumologii [100], gastroenterologii [101] a farmakologii [102], jinými autory rozdíl ve znalostech zjištěn nebyl [103, 104]. Tyto odlišné závěry mohou být způsobeny jinou metodikou výuky, volbou souboru studentů a metodikou testování. Medici zařazení do našeho výzkumu byli studenti IV. ročníku všeobecného lékařství a stomatologie. Volba těchto skupin se jeví jako vhodná. Medici za sebou měli teoretickou výuku chirurgie v 7. a 8. semestru studia – základní znalosti, které mohli rozvíjet chirurgickou praxí. Studenti všeobecného směru absolvují státní závěrečnou zkoušku až v 6. ročníku a není z jejich strany na výuku chirurgie kladen takový důraz, čemuž odpovídá i nižší úroveň chirurgických znalostí zjištěná ve vstupním testu. Tato nízká vstupní hodnota se jeví jako vhodná pro ověření případného vlivu další výuky na vědomosti studentů.

Rozdíly v literárně publikovaných výsledcích plynou i z odlišné metodiky testování znalostí. V našem případě jsme se snažili o vytvoření počítačového testu obsahujícího 50 otázek pokrývajících jak chirurgickou propedeutiku, tak speciální chirurgii. Současně jsme si vědomi limitací, které použitá testovací metoda má, například v tom, že neprovádí hodnocení praktických dovedností studentů po skončení výuky (práce s chirurgickými nástroji, sutura rány apod.).

Nevýhody videokonferenčního výukového prostředí ve srovnání se standardní chirurgickou praxí spatřujeme jednak v nákladech na pořízení a instalaci potřebné přenosové techniky, jednak ve vyšší personální a organizační náročnosti. Pokud jde o vstupní investici na nákup videokonferenčních zařízení, lze očekávat, že ceny budou v budoucnu nadále klesat a vybavení se stane všeobecně dostupným. Po stránce personálního obsazení je výuka náročnější v tom, že vyžaduje kromě operačního týmu přítomnost dalšího lékaře ve výukové místnosti studentů. Kromě toho je nutné počítat s osobou na operačním sále, která při velkém posunu v operačním poli upraví polohu kamery (např. sanitář, sálová sestra).

Druhou oblastí, kterou se náš výzkum zabýval, bylo využití e-learningu při vzdělávání studentů chirurgie na LF UP v Olomouci. Byly zpracovány multimediální výukové materiály chirurgické propedeutiky, koloproktologie a náhlých příhod břišních. Tyto programy byly studentům nabídnuty jako doplněk k prezenční výuce, kterou nenahrazovaly. O zájmu studentů o počítačovou výuku svědčí vysoké procento těch, kteří nabídnuté programy při studiu skutečně využili (91,5%). Většina z nich (72,1%) by navíc v budoucnu e-learningovou výuku upřednostnila před studiem tištěných materiálů. Tento údaj je ve shodě s publikovanými zjištěními dalších autorů [105, 106].

Studenti využívající e-learningové programy udávali vyšší spokojenost s kvalitou výukových materiálů než kontrolní skupina. Hodnocení jejich dostupnosti bylo v obou skupinách velmi vysoké, a proto se případný rozdíl nepodařilo prokázat.

Některé publikované práce uvádějí závislost spokojenosti studentů na rychlosti připojení k internetu při stahování vzdělávacích dat [107, 108]. V praxi problém vidíme hlavně u videosouborů, které se při pomalém datovém toku spouštějí se zpožděním a zobrazení obrazu se přerušuje. V naší studii jsme tento trend

nezaznamenali. Důvodem může být až překvapivě vysoká rychlost připojení, kterou naši studenti udávali - medián je 1-2 Mbit/s.

Málo studií se dosud zaměřilo na srovnání efektivity e-learningové a konvenční výuky. Například Bell a spol. v prospektivní randomizované studii hodnotí dobu studia potřebnou ke stejnému bodovému zisku v testu znalostí u mladých lékařů – internistů [109]. Výsledkem je 27 minut ve skupině e-learningu a 38,5 minuty ve skupině kontrolní ($p < 0,05$). V našem výzkumu jsme sledovali efektivitu výuky dotazníkovým Likertovým skórovacím systémem. Bylo registrováno statisticky významně lepší hodnocení efektivity u mediků využívajících počítačové materiály než v kontrolní skupině.

Velmi špatné hodnocení jsme zaznamenali v kategorii samostatného vyhledávání vzdělávacích informací na internetu (např. medicínských databázích), a to v obou srovnávaných skupinách studentů. Tento výsledek může na jedné straně odrážet nízkou samostatnou aktivitu mediků při studiu, na druhé straně může souviset s dobrou kvalitou a dostupností běžně používaných a nabídnutých materiálů.

Bodový zisk studentů v závěrečném testu znalostí ukázal dobrý efekt jak tradiční výuky, tak výuky doplněné o e-learningové studijní materiály. I přes obecně lepší hodnocení efektivity studia a kvality vzdělávacích materiálů ve skupině e-learningu, nebyl sledován objektivní korelát v lepším bodovém hodnocení studentů v závěrečném testu.

Oba provedené výzkumy ukázaly, že moderní výukové prostředky telemedicíny – videokonferenční přenosy operačních výkonů i e-learning, mohou zvýšit kvalitu výuky chirurgie studentů lékařských fakult. V obou prezentovaných případech byly tyto moderní technologie použity jako doplněk ke klasické výuce, resp. jen jako její částečné nahrazení, a takto by měli být výsledky práce interpretovány. Nedílnou součástí výuky chirurgie jako klinického oboru je kontakt studentů s pacienty, při kterém se učí získávat anamnézu a klinicky vyšetřovat nemocné. Obdobně nenahraditelná je přítomnost mediků na operačním sále, kde získávají základní chirurgické dovednosti (příprava operačního týmu, práce s operačními nástroji, samostatné provedení jednoduchých chirurgických výkonů). Proto i přes pozitivní hodnocení telemedicíny ve výuce studentů lékařských fakult

nelze předpokládat úplné nahrazení prezenčního studia některou z těchto vzdělávacích metod.

9 Závěr

Telemedicína je rychle se rozvíjející oblastí zdravotnictví, která dnes zasahuje do celé řady lékařských oborů včetně chirurgie. Kromě telemonitoringu a telekonzultací dnes dostupné technologie umožňují bezpečné operování nemocných na dálku pomocí telerobotických operačních systémů. Pokud jde o budoucí vývoj, ukazuje se, že hlavní „brzdu“ nebude představovat technický pokrok, ale medicínské, etické, právní a ekonomické faktory, které s použitím telemedicínských systémů nedílně souvisejí. Obdobná hlediska je třeba již dnes zohledňovat při zavádění nových technologií do chirurgické praxe.

Velký potenciál nabízí telemedicína v oblasti vzdělávání. Z obecného hlediska je možné její využití jak v pre- i postgraduální výuce pracovníků ve zdravotnictví, tak i ve zvýšení informovanosti široké laické veřejnosti o zdravotnických tématech. Námi prezentovaný výzkum zaměřený na studenty chirurgie Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci ukázal, že moderní výukové metody na bázi telemedicíny mají studentům co nabídnout – mohou přispět ke zkvalitnění výuky i zlepšení výsledných znalostí studentů.

10 Souhrn a klíčová slova

Telemedicína představuje využití informačních a telekomunikačních technologií k přenosu zdravotnických informací pro účely vzdělávání, diagnostiky a léčby nemocných. Jedná se o rychle se rozvíjející oblast zdravotnictví, která dnes zasahuje do celé řady lékařských oborů včetně chirurgie. Kromě telemonitoringu a telekonzultací dnes dostupné technologie umožňují bezpečné operování nemocných na dálku pomocí telerobotických operačních systémů. Velký potenciál nabízí telemedicína v oblasti vzdělávání. Vlastní výzkum byl rozdělen do dvou částí a spočíval v samostatném vyhodnocení přínosu moderních výukových metod – videokonferenčních přenosů operačních výkonů a e-learningu, pro kvalitu výuky chirurgie. Do výzkumu byli zařazeni studenti 4. a 6. ročníku Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, kontrolní skupinu tvořili medicí, kteří absolvovali prezenční výuku chirurgie standardním způsobem. Hodnocení výuky bylo prováděno na základě bodového zisku studentů v testu chirurgických znalostí a evaluace studia pomocí standardizovaných písemných dotazníků. Ve skupině mediků vyučovaných s využitím videokonferenčních přenosů bylo zaznamenáno lepší hodnocení kvality zobrazení operačního pole a vyšší efektivita výuky. Současně byl prokázán statisticky signifikantně vyšší bodový zisk těchto studentů v závěrečném testu znalostí. Výsledky mediků vyučovaných pomocí e-learningu ukázaly lepší hodnocení kvality výukových materiálů a vyšší efektivitu studia ve srovnání se standardní výukou. Provedený výzkum zaměřený na studenty chirurgie Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci ukázal, že moderní výukové metody na bázi telemedicíny mají studentům co nabídnout – mohou přispět ke zkvalitnění výuky i zlepšení výsledných znalostí studentů.

Klíčová slova: telemedicína – teleedukace – evaluace – výuka chirurgie – videokonference – e-learning

11 Summary and key words

Telemedicine stands for the utilization of information and telecommunication technologies for the transmission of medical information for educational, diagnostic, and therapeutic purposes. It is a rapidly developing field of medicine, which is presently incorporated in a number of medical specialties, including surgery. In addition to telemonitoring and teleconsulting, today's available technologies enable safe operating at a distance, with the help of telerobotic operation systems. Telemedicine offers great potential in the field of education. The author describes creation a teaching environment utilizing videoconference transmissions of operating procedures and creation of modern teaching materials based on e-learning. The study was performed on a group of fourth-year and six-year students from the Medical faculty at Palacky University in Olomouc. The control group consisted of students, who attended the standard surgery course. For objective evaluation, all students completed an entrance and final surgery exam to test their surgical knowledge. In addition to the exams, students from both groups evaluated the course in the form of a standardized questionnaire. The author observed a more positive evaluation of the quality of imaging of the operation field and of the possibility to observe it during the course of the operation, as well as more effective teaching in the group of students taught using the videoconference transmissions. A statistically significant difference in the knowledge level (points earned on final exam) was observed between the study group and control group. Similarly a better evaluation of the quality of study materials and more effective learning was observed in the e-learning group. The study, focused on students of surgery at the Medical faculty at Palacky University in Olomouc showed, that modern teaching methods based on telemedicine are potentially beneficial to students- they may provide a higher quality of education and improve the knowledge level of students.

Key words: telemedicine – teleeducation - evaluation – surgical training – videoconference – e-learning

12 Seznam obrázků, tabulek a grafů použitých v textu

A. Seznam obrázků

- Obr. 3.1 Mapa národní vysokorychlostní počítačové sítě CESNET2
- Obr. 4.1 Příklad integrovaného monitorovacího systému umožňujícího přímé měření teploty
- Obr. 4.2 Robotický operační systém daVinci
- Obr. 6.1 Schéma videokonferenčního spojení mezi operačními sály, ambulantními vyšetřovny a výukovou místností studentů
- Obr. 6.2 Videokonferenční zařízení Polycom Viewstation (vlevo) a VCON Vigo Professional (vpravo)
- Obr. 6.3 Kamery snímající obraz na operačním sále – kamera Martin Medizin Technik (vlevo), kamera Canon VC-C4 (vpravo)
- Obr. 6.4 Zpracování a vyhodnocení testů pomocí počítačového programu Condata – Multichoice test verze 1.0.
- Obr. 6.5 E-learningový výukový program - chirurgická propedeutika
- Obr. 6.6 E-learningový výukový program – koloproktologie
- Obr. 6.7 E-learningový výukový program – náhlé příhody bříšní

B. Seznam tabulek

- Tab. 2.1 Hlavní technologické fáze vývoje telemedicíny
- Tab. 3.1 Příklady telemedicínských informací a přibližná velikost jejich datových souborů
- Tab. 3.2 Příklady systémů datového přenosu
- Tab. 6.1 Charakteristika souboru studentů
- Tab. 7.1 Zastoupení operačních výkonů při videokonferenčních přenosech
- Tab. 7.2 Dotazníková evaluace výuky
- Tab. 7.3 Hodnocení témat probíraných v rámci výuky
- Tab. 7.4 Srovnání evaluace výuky studenty všeobecného lékařství a stomatologie ve skupině videokonferenčních přenosů

- Tab. 7.5 Hodnocení témat probíraných v rámci výuky – srovnání mezi studenty všeobecného lékařství a stomatologie ve skupině videokonferenčních přenosů
- Tab. 7.6 Výsledky bodového hodnocení studentů v testu znalostí
- Tab. 7.7 Dotazníková evaluace e-learningové a klasické výuky
- Tab. 7.8 Evaluace výuky studenty e-learningové skupiny v závislosti na rychlosti připojení k e-learningovému portálu
- Tab. 7.9 Výsledky bodového hodnocení studentů v testu znalostí

C. Seznam grafů

- Graf 7.1 Výsledky vstupního a závěrečného testu znalostí v obou skupinách studentů
- Graf 7.2 Využití přístupů k e-learningovým výukovým materiálům
- Graf 7.3 Rychlost připojení studentů využívajících on-line verzi e-learningových výukových programů
- Graf 7.4 Výsledky vstupního a závěrečného testu znalostí studentů

13 Seznam publikací a přednášek

Publikace:

1. **Skalický P**, Zbořil P, Vysloužil K, Duda M, Klementa I, Neoral Č. Telemedicína – nové možnosti výuky chirurgie. Slovenská chirurgia. Odesláno do tisku
2. **Skalický P**, Zbořil P, Vysloužil K, Duda M, Klementa I, Neoral Č. Využití e-learningu ve výuce chirurgie. Miniinvazivna chirurgia a endoskopia. Odesláno do tisku
3. **Skalický P**, Vysloužil K. Dispenzarizace nemocných po radikální resekcii kolorektálního karcinomu. Onkologie 2008; 2(1): 24-27
4. Vysloužil K, Cwierka K, Zbořil P, Kučerová L, Klementa I, Starý L, **Skalický P**, Duda M. Endorectal sonography in rectal cancer staging and indication for local surgery. Hepato-Gastroenterology 2007; 54: 1102-1106.
5. Vysloužil K, Klementa I, Starý L, Duda M, **Skalický P**, Kapustová M, Dlouhý M, Beneš P. Oncologic markers in patients with colorectal cancer after complex therapy. Bratislavské lék.Listy 2004; 10(105): 391-393.
6. Vysloužil K, Klementa I, Starý L, Duda M, Zbořil P, **Skalický P**, Dlouhý M. Intraabdominálně uložená síťka při řešení rozsáhlých kýl v laparotomii. Rozh. Chir. 2005; 84: 310-313
7. Duda M, Vysloužil K, **Skalický P**, Klementa I, Starý L, Dlouhý M, Cwierka K, Srovnal J, Kořínková G, Hajdúch M. Aktivní přístup k léčbě jaterních metastáz u kolorektálního karcinomu. Slovenská chirurgia 2006; 3(6): 4-7
8. Duda M, Vysloužil K, **Skalický P**, Klementa I, Starý L, Hajdúch M, Srovnal J, Kořínková G. Minimální reziduální nádorová choroba u kolorektálního karcinomu – nový prognostický marker v onkochirurgii. Slovenská chirurgia 2006; 3(5): 16-22
9. Klementa I, Zbořil P, Starý L, **Skalický P**, Vomáčková K, Neoral Č. Změna fyziologie anorekta po kolektomii s J-rezervoárem pro ulcerózní kolitidu. Miniinvazivna chirurgia a endoskopia 2007; 11(1): 5-8
10. Klementa I, Hrbek J, Konečný M, **Skalický P**, Neoral Č. Spolupráce chirurga a radiologa při řešení double stapled ileo-J-pouch-anální anastomózy. Miniinvazivna chirurgia a endoskopia 2007; 11(3): 12-16

Přednášky jako hlavní autor:

1. **Skalický P**, Zbořil P, Duda M, Gryga A. Telemedicína ve výuce chirurgie. X.konference mladých lékařů, 11.6.2003, Brno
2. **Skalický P**, Duda M, Gryga A, Zbořil P. Telemedicína v chirurgii. Hodonínské laparoskopické sympozium, 12.12.2003, Hodonín
3. **Skalický P**, Duda M, Zbořil P, Gryga A. Přínos telechirurgie ve výuce chirurgie (poster). XX. Petřivalského-Rapantův den, 7.9.2004, Pardubice
4. **Skalický P**, Duda M, Zbořil P, Gryga A, Starý L. Application of telesurgery in pregradual and postgradual training of miniinvasive surgery. VII. Miedzynarodowe Polsko-Czesko-Slowackie Sympozjum Wideochirurgii, 27.-29.5.2005, Konin-Lichen, Polsko
5. **Skalický P**, Zbořil P, Gryga A, Klementa I, Vysloužil K, Starý L, Duda M. Současné možnosti využití telemedicíny v chirurgii (poster). 59. Chirurgický deň Kostlivého, 2.12.2005, Bratislava
6. **Skalický P**, Duda M., Gryga A. Telemedicine in pregraduate and postgraduate training of surgery (poster). MIRA 2005 Conference, 7.-10.12.2005, Innsbruck
7. **Skalický P**. Sterkorální peritonitidy. Pelhřimovské chirurgické dny, 19.11.2004, Pelhřimov
8. **Skalický P**, Klementa I, Vysloužil K, Duda M. Sterkorální peritonitida (poster). 58. chirurgický Kostlivého den, 3.12.2004, Bratislava
9. **Skalický P**, Vysloužil K, Duda M, Klementa I, Starý L, Hajduch M, Srovnal J, Kořinková G. Chirurgické aspekty detekce minimální reziduální choroby u kolorektálního karcinomu. XXIX. Brněnské onkologické dny, 26.-28.5.2005, Brno
10. **Skalický P**, Gryga A, Zbořil P, Duda M. Diagnostický algoritmus a chirurgická léčba onemocnění v oblasti ezofageálního hiátu. III.hodonínské laparoskopické sympozium, 25.11.2005, Hodonín
11. **Skalický P**, Vysloužil K, Duda M, Klementa I, Starý L, Hajduch M, Srovnal J, Kořinková G. Chirurgické aspekty minimální reziduální choroby u kolorektálního karcinomu. Dny diagnostické, prediktivní a experimentální onkologie, 9.-10.12.2005, Olomouc
12. **Skalický P**, Vysloužil K, Klementa I, Starý L, Zbořil P, Duda M. Sterkorální peritonitidy. XIII.Pražský chirurgický den, 8.6.2006, Praha
13. **Skalický P**, Vysloužil K, Duda M, Klementa I, Starý L, Zbořil P. Chirurgická léčba pokročilých karcinomů rekta a sigmoidea. IV.slovenský chirurgický kongres s mezinárodní účastí, 6.-8.9.2006, Nitra

14. **Skalický P**, Vysloužil K, Duda M, Klementa I, Starý L, Škrovina M, Hajdúch M, Srovnal J, Neoral Č. The effect of operating technique on the dissemination of tumor cells in the surgery of colorectal cancer (poster). XII. Central European Congress of Coloproctology, 6.-8.5.2008, Moskva
15. **Skalický P**, Vysloužil K, Duda M, Klementa I, Vomáčková K, Škrovina M, Hajdúch M, Srovnal J, Neoral Č. Minimal residual disease in colorectal cancer. XII. Central European Congress of Coloproctology, 6.-8.5.2008, Moskva

Za období let 2003 – 2008 jsem byl spoluautorem dalších 55 přednášek.

14 Literatura

1. Research Centre Telemedicine. What is Telemedicine? Portland, Oregon Health Sciences University 1999.
2. Perednia DA, Allen A. Telemedicine technology and clinical applications. *Journal of the American Medical Association* 1995; 273: 483-488.
3. American Assotiation Telemedicine. Telemedicine: A Brief Overview. Washington, Congressional Telehealth Briefing 1999.
4. Mitchell J. Fragmentation to Integration: National Scoping Study for the Telemedicine Industry in Australia. Canberra, ACT 1998.
5. Norris, AC. Essential of Telemedicine and Telecare. Chichester, England, John Wiley 2002.
6. Mitchell J. From Telehealth to E-Health: The Unstoppable Rise of E-Health. Canberra, ACT 1999.
7. Goldstein DE. E-Health: Harness the Power of Internet, R-Commerce and E-Care. Aspen, Gaithersburg 2000.
8. Nicholson L. The Internet and Healthcare. Chicago, Health Administration Press, 1999.
9. Wootton R. History of Telemedicine. In: Wootton R, Craig J. Introduction to Telemedicine. London, Royal Society of Medicine 1999.
10. Stanberry BA. The legal and Ethical Aspects of Telemedicine. London, Royal Society of Medicine 2000.
11. Bashshur LR. Technology Serves the People; the Story of a Cooperative Telemedicine Project by NASA, the Indian Health Service and the Papago People. Washington, US Government Printing Office 1980.
12. Foote DR. Satellite Communication for rural health care in Alaska. *Journal of Communication* 1977; 27: 173-182.
13. House AM, Roberts JM. Telemedicine in Canada. *Canadian Medical Association Journal* 1977; 117: 387-388.
14. Watson DS. Telemedicine. *Medical Journal of Australia* 1989; 151: 62-66.
15. Perednia DA, Allen A. Telemedicine technology and clinical applications. *Journal of the American Medical Association* 1995; 273: 483-488.

16. Allen A, Grigsby J. Fifth annual programme survey, part 2: Consultation activity in 35 specialties. *Telemedicine Today* 1998; 6: 18-19.
17. [Online] <http://www.telemedicina.cz>.
18. Randall N. *The Soul of Internet*. Boston, MA, Thomson 1997.
19. Coyle D. *The Weightless World*. Oxford, Capstone 1997.
20. Tapscott D. *The Digital Economy*. New York, McGraw-Hill 1996.
21. Brecht RM, Gray CL, Peterson C, Youngblood B. The University of Texas Medical Branch - Texas Department of Criminal Justice telemedicine project: findings from the first of operation. *Telemedicine Journal* 1996; 2: 25-35.
22. Berry FC. Telemedicine and the army. *Army Magazine* 1996, 2: 31-35.
23. Mantas J. Home health care via telemedicine. *Telemedicine Today* 1995; 3: 18-19.
24. Mitchell JG, Disney AP, Roberts M. Renal telemedicine to the home. *Journal of Telemedicine and Telecare* 2000; 6: 59-62.
25. Allen A, Stein S. Cost effectiveness of telemedicine. *Telemedicine Today*. 1998; 6: 10-15.
26. Falconer J. Telemedicine Systems and telecommunications. In: Wootton R, Craig J. *Introduction to Telemedicine*. London, Royal Society of Medicine, 1999.
27. Ruggiero C. Teleradiology: a review. *Journal of Telemedicine and Telecare* 1998; 4: 25-35.
28. Tachakra S. Colour perception in telemedicine. *Journal of Telemedicine and Telecare* 1999; 5: 211-219.
29. Kramer A. Geschäftlich auf Sehreise. *CT - magazin für computer technik* 2007; 1: 156-161.
30. Wang J, Naghdy G. Three novel lossless image compression schemes for medical image archiving and telemedicine. *Telemedicine Journal* 2000; 6: 251-260.
31. Tachakra S. Colour perception in telemedicine. *Journal of Telemedicine and Telecare* 1999; 5: 211-219.
32. Blignault I. Multipoint videoconferencing in health: a review of three years' experience in Queensland, Australia. *Telemedicine Journal* 2000; 6: 269-274.

33. Rosen E. The History of Desktop Telemedicine. *Telemedicine Today* 2002; 1: 15-17.
34. Ash A. Telemedicine: technology and equipment enabling new models of healthcare delivery. *Informatics in Healthcare Australia* 1997; 6: 90-96.
35. Young HL. Satellite-delivered medical education and training for Central Europe: a TEMPUS project. *Journal of Telemedicine and Telecare* 1996; 2: 14-19.
36. [Online] <http://www.cesnet.cz>.
37. Tachakra S, Haig A. How to do a telemedical consultation. [autor knihy] Wootton R, Craig J. *Introduction to Telemedicine*. London, Royal Society of Medicine, 1999.
38. Hurwitz B. Clinical guidelines: proliferation and medicolegal significance. *Quality in Health Care* 1994; 3: 37-44.
39. Zulu BM, Mulaudzi TV, Madiba TE. Outcome of head injuries in general surgical units with an off-site neurosurgical service. *Injury* 2007; 5: 576-583.
40. Rocca F, Sapda MC, Milani B, Berron S. Telemedicine in maxillofacial trauma: a 2-year clinical experience. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 8: 1101-1105.
41. Wallace DL, Smith RW, Pickford MA. A cohort study of acute plastic surgery trauma and burn referrals using telemedicine. *J Telemed Telecare* 2007; 13: 282-287.
42. Postuma R, Loewen L. Telepediatric surgery: capturing clinical outcomes. *J Pediatr Surg* 2005; 40: 813-818.
43. [Online] http://www.telemedicina.cz/akutni_neurotraumatologie.htm.
44. Ratliff CR, Forch W. Telehealth for wound management in long-term care. *Ostomy Wound Management* 2005; 51: 40-45.
45. Piemme TE. Computer-assisted learning and evaluation in medicine. *JAMA* 1988; 260: 367-372.
46. Chumley-Jones HS, Dobbie A, Alford CL. Web-based Learning: Sound Educational Method or Hype? A review of the Evaluation Literature. *Academic Medicine* 2002; 77: S86-S93.
47. Sajeva M. E-learning: Web-based education. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006; 19: 645-649.
48. Parker MJ, Seifert JL. An interactive, web-based learning environment for pathophysiology. *Acad Med* 2001; 76: 550-552.

49. Maleck M, Fischer MR, Kammer B, Zeiler C, Mangel E, Schenk F. Do computer teach better? A media comparison study for case-based teaching in radiology. *Radiographics* 2001; 21: 1025-1032.
50. Friedl R, Wieshammer S, Kehrer J, Ammon C, Hubner D, Lehmann J. A case-based and multi-media computer learning program on the topic of myocardial infarct, andina pectoris, and mitral valve stenosis. *Med Klin (Munich)* 1996; 91: 564-569.
51. Teichman JM, Richards J. Multimedia to teach urology to medical students. *Urology* 1999; 53: 267-270.
52. Rogers DA, Regehr G, Yeh KA, Howdieshell TR. Computer-assisted learning versus a lecture and feedback seminar for teaching a basic surgical technical skill. *Am J Surg* 1998; 175: 508-510.
53. Freeman K, Wynn-Jones J, Groves-Phillips S, Lewis L. Teleconsulting: a practical account of pitfalls, problems and promise. Experience from the TEAM project group. *Journal of Telemedicine and Telecare* 1996; 2 (Suppl1): 1-3.
54. [Online] <http://www.ilco.cz>.
55. Friedman RH, Kazis LE, Jette A. A telecommunications system for monitoring and counselling patients with hypertension. *American Journal of Hypertension* 1996; 9: 285-292.
56. Ahring K, Joyce C, Ahring N, Farid N. Telephone modem access improves diabetes control in those with insulin-requiring diabetes. *Diabetes Care* 1992; 15: 971-975.
57. Fabián V, Fejtová M. Telemedical system for monitoring of blood pressure. *Advances in Electrical and Electronic Engineering* 2005; 4: 213-215.
58. Lee MC, Yamini B, Frim DM. Pseudotumor cerebri patients with shunts from cisterna magna: clinical course and telemetric intracranial pressure data. *Neurosurgery* 2004; 55: 1094-1099.
59. Allen A, Bowersox J, Jones GG. Current state of telesurgery. *Telemedicine Today* 1997; 55: 61-63.
60. Demartines N, Freiermuth O, Mutter D. Knowledge and acceptance of telemedicine surgery: a survey. *Journal of Telemedicine ad Telecare* 2000; 6: 125-131.
61. Berry FC. Telemedicine and the army. *Army Magazine* 1996; 4: 39-44.
62. Anvari M. Telesurgery: Remote Knowledge Translation in Clinical Surgery. *World J Surg* 2007; 31: 1545-1550.

63. Rosser JC, Wood M, Payne JH. Telementoring: a practical option in surgical training. *Surg Endosc* 1997; 11: 852-855.
64. Janetschek K, Bartsch G, Kavoussi LR. Transcontinental interactive laparoscopic telesurgery between the United States and Europe. *J Urol* 1998; 160: 1413.
65. Cubano M, Poulouse B, Talamini M. Long distance telementoring: a novel tool for laparoscopy aboard the USS Abraham Lincoln. *Surg Endosc* 1999; 13: 673-678.
66. Lee BR, Bishoff JT, Janetschek G. A novel method of surgical instruction: international telementoring. *World J Urol* 1998; 16: 367-370.
67. Taniguchi E, Ohashi S. Construction of a regional telementoring network for endoscopic surgery in Japan. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2000; 4: 195-199.
68. Bauer JJ, Lee BR, Bishoff JT, Janetschek G. International surgical telementoring using a robotic arm: our experience. *Telemed J* 2000; 6: 24-31.
69. Micali S, Virgili G, Vanzozi E. Feasibility of telementoring between Baltimore (USA) and Rome (Italy): the first five cases. *J Endourol* 2000; 14: 493-496.
70. Bove P, Stoianovici D, Micali S. Is telesurgery a new reality? Our experience with laparoscopic and percutaneous procedures. *J Endourol* 2003; 17: 137-142.
71. Netto NR, Mitre AI, Lima SV. Telementoring between Brazil and the united States: initial eperience. *J Endourol* 2003; 17: 217-220.
72. Binder J, Bräutigam R, Jonas D, Bentas W. Robotic surgery in urology: fact or fantasy? *Brit J Urol* 2004; 94: 222-228.
73. Dogan S, Aybek T, Mierdl S, Moritz G. Experience with totally endoscopic arrested heart procedure enables successful totally endoscopic off pump surgery for single vessel CABG. Innsbruck: 1'st worldwide meeting of the minimally invasive robotic association, MIRA 2005.
74. Ficarra V, Cavalleri S, Novara G. Evidence from robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a systematic review. *Eur Urol* 2006; 51: 45-55.
75. Pernazza G, Gentile E, Felicioni L, Tumbiolo S, Giulianotti PC. Improved early survival after robotic gastrectomy in advanced gastric cancer. Innsbruck: 1'st worldwide meeting of the minimally invasive robotic association, MIRA 2005.
76. Franca MA, Lucchi M, Ambrogi MC, Givigliano F. Robotic versus video-assisted thoracic surgery (VATS): What is the advantage of a robotic procedure over a thoracoscopic technique? Innsbruck: 1'st worldwide meeting of the minimally invasive robotic association, MIRA 2005.

77. Reiter M, Choudhry A, Bintintan V, Koninger J, Buchler MW, Gutt CN. ROLAF Study: Robotic versus laparoscopic fundoplication. Innsbruck: 1'st worldwide meeting of the minimally invasive robotic association, MIRA 2005.
78. Yohannes P, Rotariu P, Pinto P, Smith AD, Lee BR. Comparison of robotic versus laparoscopic skills: Is there a difference in the learning curve? *Urology* 2002; 60: 39-45.
79. Searle R, Tewari A, Shrivastava A, Peabody J, Menon M. Surgical robotics and laparoscopic training drills. *J Endourol* 2004, 18: 63-66.
80. Ahlering TE, Skarecky D, Lee D, Clayman RV. Successful transfer of open surgical skills to a laparoscopic environment using a robotic interface: initial experience with laparoscopic radical prostatectomy. *J Urol* 2003; 170: 1738-41.
81. Lotan Y, Cadeddu JA, Gettman MT. The new economics of radical prostatectomy: cost comparison of open, laparoscopic and robot assisted techniques. *J Urol* 2004, 172: 1431-1435.
82. Bhayani SB, Link RE, Varkarakis JM, Kavoussi LR. Complete daVinci versus laparoscopic pyeloplasty: cost analysis. *Endourol* 2005; 19: 327-332.
83. Kumar S, Marescaux J. *Telesurgery*. Berlin, Springer-Verlag 2008.
84. Gutt CN, Choudhry A, Bintintan V, Koninger J, Reiter M, Buchler MW. Robot-assisted esophageal resection: experiences in Heidelberg. Innsbruck: 1'st worldwide meeting of the minimally invasive robotic association, MIRA 2005.
85. Wolfram M, Bräutigam R, Engl T. Robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy: the Frankfurt technique. *World J Urol* 2003; 21: 128-132.
86. Marescaux J, Leroy J, Rubino F, Smith M, Vix M, Simone M, Mutter D. Transcontinental robot-assisted remote telesurgery: feasibility and potential applications. *Ann Surg* 2002; 235: 487-492.
87. Anvari M, McKinley C, Stein H. Establishment of the world's first telerobotic remote surgical service for provision of advanced laparoscopic surgery in a rural community. *Ann Surg* 2005; 241: 460-464.
88. Thirsk R, Williams D, Anvari M. NEEMO 7 undersea mission. *Acta Astronaut*. 2006; 60: 512-517.
89. Elford DR. Telemedicine in northern Norway. *Journal of Telemedicine and Telecare* 1997; 3: 1-22.
90. Hjelm M. Benefits and drawbacks of telemedicine. [autor knihy] Wootton R, Craig J. *Introduction to Telemedicine*. London, Royal Society of Medicine 1999.

91. Yellowless P. How not to develop telemedicine systems. *Telemedicine Today* 1997; 5: 6-7.
92. Bernard CA, Benda R. Successful development of telemedicine systems - seven core principles. *Journal of Telemedicine and Telecare* 1997; 3: 215-222.
93. Mach J. *Medicína a právo*. Praha, C.H.Beck 2006.
94. Greer T. *Understanding Intranets*. Redmond, Microsoft Press 1998. kapitola 4.
95. Molteno B. Is our clinical information safe? *British Journal of Healthcare Computing and Information Management* 1996; 13: 40.
96. Stěpán J. *Právo a moderní lékařství*. Praha, Panorama, 1989; 240-243.
97. Císařová D, Sovová O. *Trestní právo a zdravotnictví*. Praha, Orac 2004.
98. McIntyre TP, Monahan TS, Villegas L, Doyle J, Jones DB. Teleconferencing surgery enhances effective communication and enriches medical education. *Surg Laparosc Endosc Percutan* 2008; 18: 45-48.
99. Gul YA, Wan AC, Darzi A. Undergraduate surgical teaching utilizing telemedicine. *Med Edu* 1999; 3: 596-599.
100. Reznik M, Ozuaj PO. Asthma educational videoconferencing for parents: a case-control study. *J Telemed Telecare* 2004; 10(Suppl1): 83-85.
101. Rossaro L, Tran TP, Ransibrahmanakul K, Rainwater JA, Csik G, Cole SL, Prosser CC, Nesbitt TS. Hepatitis C videoconferencing: the impact on continuing medical education for rural healthcare providers. *Telemed J E Health* 2007; 13: 269-277.
102. Kidd RS, Stamatakis MK. Comparison of students' performance in and satisfaction with a clinical pharmacokinetics course delivered live and by interactive videoconferencing. *Am J Pharm Educ* 2006; 15: 10-12.
103. Park A, Schwartz RW, Witzke DB, Roth JS, Mastrangelo M, Birch DW, Jennings CD, Lee EY, Hoskins J. A pilot study of new approaches to teaching anatomy and pathology. *Surg Endosc* 2001; 15: 245-250.
104. Oz HH. Synchronous distance interactive classroom conferencing. *Tech Learn Med* 2005; 17: 269-273.
105. Fulkerson PK, Miller A, Lizer S. Using WWW-based instruction modules and e-mail for a remote neurology course. *Acad Med* 1999, 17: 576-577.
106. Perryer G, Walmsley AD, Barclay CW, Shaw L, Smith AJ. Development and evaluation of a stand-alone Web-based CAI program. A case study. *Eur J Dent Educ* 2000; 4: 118-123.

107. Sekikawa A, Aaron DJ, Acosta B, Sa E, LaPorte RE. Does the perception of downloading speed influence the evaluation of Web-based lectures? *Public Health* 2001; 115: 152-156.
108. Baumlin KM, Bessette MJ, Lewis C, Richardson LD. EMCyberSchool: an evaluation of computer-assisted instruction on the Internet. *Acad Emerg Med* 2000; 7: 959-962.
109. Bell DS, Fonarow GC, Hays RD, Mangione CM. Self-study from Web-based and printed guideline materials. A randomized, controlled trial among resident physicians. *Ann Intern Med* 2000; 132: 938-946.

Příloha č.1 Evaluační dotazník – videokonferenční přenosy operačních výkonů

Vážení studenti,

v návaznosti na ukončení praxe z chirurgie si vás dovoluujeme požádat o evaluaci proběhlé výuky. Chceme vás ujistit, že dotazník je anonymní a slouží pouze jako podklad pro výzkum a ověření nových metod studia chirurgie. Prosíme vás proto o co nejobjektivnější hodnocení níže položených otázek. Na otázky odpovídejte zakroužkováním čísla na stupnici 1 (nejhorší) až 5 (nejlepší).

1) Jak hodnotíte kvalitu pohledu a možnost sledování operačního pole v průběhu výkonu?

1 2 3 4 5

2) Jaká byla Vaše možnost klást v průběhu operace dotazy k aktuální problematice?

1 2 3 4 5

3) Hodnotíte chirurgickou praxi z hlediska využití času jako efektivní?

1 2 3 4 5 (1 = neefektivní, 5 = vysoce efektivní)

4) Zvýšil se v průběhu chirurgické praxe Váš zájem o chirurgii?

1 2 3 4 5 (1 = nezvýšil, 5 = zvýšil se velmi)

5) Jak hodnotíte zastoupení následujících témat ve výuce?

Anatomie (anatomické poměry při operaci, topografická anatomie)

1 2 3 4 5 (1 = nedostatečné, 5 = výborné)

Indikace operačních výkonů

1 2 3 4 5 (1 = nedostatečné, 5 = výborné)

Chirurgická technika

1 2 3 4 5 (1 = nedostatečné, 5 = výborné)

Komplikace chirurgických výkonů

1 2 3 4 5 (1 = nedostatečné, 5 = výborné)

Pooperační péče

1 2 3 4 5 (1 = nedostatečné, 5 = výborné)

6) Jak celkově hodnotíte praxi na chirurgické klinice?

1 2 3 4 5

8) Používal(a) jste při studiu on-line verzi výukových programů?

Ano

Ne

9) Jaká byla rychlost Vašeho připojení k síti Internet?

<128 kbit/s 128-256 kbit/s 256-512 kbit/s 512-1024 kbit/s

1-2 Mbit/s >2 Mbit/s

10) Které výukové materiály byste pro studium chirurgie preferoval(a)?

tištěné výukové materiály (učebnice, časopisy) e-learning