

# eHealth a telemedicína: robotické operace a telechirurgie – 27. díl

Robotické operace jsou součástí tzv. robotické chirurgie, kdy chirurg dálkově ovládá robota. Nejčastěji jde o ovládání v rámci jedné místnosti, existují však i transkontinentální operační zákroky. Proto tento obor patří do oblasti telemedicíny.

**K**romě dálkových operací by sem však měly v rámci telechirurgie patřit i možnosti dálkových konferencí, chirurgického eLearningu, synchronní a asynchronní lékařské konzultace, monitoring pacientů a další techniky, které telemedicínské disciplíny charakterizují. V reálné praxi si však telechirurgii obvykle spojujeme výhradně s roboty a robotickými operacemi. Výstižnější než robotická chirurgie je název roboticky asistovaná chirurgie, protože zákrok provádí chirurg, robot „pouze“ přenáší jeho pohyby a odstraňuje výchyly (například při třesu ruky). Robot může manipulovat s nástroji zručněji než lidská ruka, zvyšuje se přesnost a kontrola provedení chirurgického zákroku nad úroveň lidského faktoru.

## Od sci-fi k transoceánským operacím

Historie robotické chirurgie se začala psát na počátku 80. let minulého století. Jde tedy o obor poměrně mladý, který se neustále vyvíjí a zdokonaluje se používanou technikou. K historickým počátkům robotické chirurgie patří neurochirurgická biopsie, provedená v USA pomocí robota Puma v roce 1985. Operátér, doktor Yik San Kwok, tehdy pronesl dodnes platný výrok: „Robotické rameno je bezpečnější, rychlejší a méně invazivní než současné chirurgické postupy.“ První operační robot, nazývaný *Arthrobot*, byl vyvinut už dva roky před tím. Ve světě sci-fi ovšem nacházíme literární zmínky už například v roce 1934 v knize „Rex“ spisovatele Harla Vincenta, kde se robot-operátér snažil předělat lidstvo k obrazu robotů. První uskutečněnou mezikontinentální operací byla transatlantická operace Lindbergh v roce 2001, jež proběhla mezi New Yorkem a Štrasburkem. V New Yorku se nacházel tým, který ovládal robota, a ve Štrasburku byl pacientka a druhý tým lékařů, který byl kdykoli připraven zasáhnout a převzít operaci. Tento projekt si vynutil mnoho výjimek ze zdravotnické legislativy. Problémy se

zákony má také projekt Kongo, který se zaměřuje na telechirurgii v rámci pomoci třetímu světu.

Operace prováděné roboticky se zaměřují především na obory obecné chirurgie, urologie, gynekologie, cévní chirurgie, kardiouchirurgie a také neurochirurgie. Hlavní výhodou robotických operací je zvýšení přesnosti, kontroly a zručnosti, se kterou je prováděn chirurgický zákrok. Každý robot má v sobě zabudovaný počítačový systém, jenž zvyšuje přesnost pohybů lékaře a tím bezpečnost operace. Naopak nevýhodou této technologie je, že chirurg nemá možnost zpětné hmatové vazby a nemůže si místo zákroku osahat. Musí se spoléhat pouze na svůj zrak a zkušeností. Nezanedbatelnou nevýhodou jsou také vysoké pořizovací náklady – ceny robotů se pohybují v desítkách milionů korun.

Všeobecně lze roboty využívané v oblasti chirurgie rozdělit do tří základních skupin.

### Asistivní roboti

Plní hlasové příkazy a jejich cílem je nahradit asistujícího lékaře. Takovým robotem je například *AESOP (automated endoscopic system of optimal positioning)*. Je to robotické rameno, které je ovládáno hlasem a lékař ho při operaci používá k držení laparoskopických nástrojů. Robot provede zadaný úkol pouze v případě, že dobře rozuměl. V opačném případě neudělá nic. Každý lékař, který s robotem pracuje, má svou osobní kartu, na kterou namluvil základní anglické příkazy. Při operaci je rameno nastaveno do potřebné polohy a chirurg má obě ruce volně pro provádění dalších řezů. Robot dokáže přesouvat nástroje v přesných krocích. Na rozdíl od lidského asistenta drží nástroje dlouho ve stabilní poloze a nikdy se neunaví.

### Zobrazovacími technikami navádění roboti

Příkladem je *CyberKnife* neboli kybernetický nůž. Ten v minulosti



doc. MUDr. Leoš Středa, Ph.D.  
Centrum pro eHealth a telemedicínu 1. LF UK

výrazně rozšířil možnosti léčby především v oblasti onkologie. *CyberKnife* vysílá pomocí robotického ramene svazek tenkých paprsků. Ozařované místo je neustále monitorováno a robot reaguje na sebemenší podnět. Tím je zajištěno, že ne

dojde k poškození zdravé tkáně a nástroj je správně naměřován pouze na nádor. Robot je schopen se přizpůsobit pohyblivému cíli, například nádoru v plících, s přesností na 2 mm.

Jiným příkladem je robot *NeuroMate*. Je to systém používaný v oboru neurochirurgie. Je schopen se pohybovat po předem naplánované trajektorii, a to s přesností vyšší, než mají lidské ruce. Do této kategorie patří rovněž *ROBODOC*, který byl vyvinut již v roce 1992 ve Velké Británii. Slouží k přípravě stehenní kosti při výměně kyčelního kloubu.

### Chirurgičtí roboti

Jedná se o roboty, kteří jsou ovládnuti lékařem z pracoviště vzdáleného několik metrů, ale může se dokonce nacházet i v jiném státě. Cílem těchto robotů je provést minimálně invazivní operaci, jejíž výhodou je kratší doba rekonvalescence pacienta, šetrnější provedení zákroku a v neposlední řadě snížení procenta chybovosti chirurga.

Minimálně invazivní chirurgie se začala vyvíjet na začátku 90. let minulého století, kdy byla do praxe uvedena laparoskopie. Od té doby se hranice možností chirurgie posunuly hodně kupředu. Nemálo tomu pomohli právě roboti a s jejich pomocí prováděné operace. Hlavním rozdílem mezi laparoskopickým nástrojem a operačním robotem je, že laparoskop umožňuje pohyb pouze nahoru, dolů a do stran, zatímco robotické nástroje jsou schopné se pohybovat stejně jako lidská ruka. Při laparoskopické operaci má také chirurg k dispozici pouze dvojrozměrný obraz a třetí rozměr musí nahradit svými zkušenostmi, zatímco robot zobrazuje operační pole trojrozměrně.

Operační robot se skládá ze tří základních částí. Jsou jimi operační konzole, což je čtyřramenný pohyblivý systém, dále přístrojová věž s několika dalšími důležitými komponenty a třetí částí je ovládací konzole. Lékař sedí u této konzole a před sebou má velký monitor, na kterém vidí trojrozměrný obraz operačního pole. Rukama ovládá speciální táhla nebo joysticky a jeho pohyby jsou přenášeny na ramena operačního robota.

Umělá inteligence těchto pomocníků je natolik vyspělá, že jsou schopni zamezit pohybům v případě, že si myslí, že by mohly být nebezpečné. V takové situaci požadují od operátéra potvrzení tohoto pohybu a až poté pokračují v operaci. Robot nepřenáší do koncovek třes rukou chirurga, a tak nehrozí nebezpečí špatného pohybu či zásahu do zdravé tkáně. Lékař navíc u operace sedí a ruce má opřené o pevnou podložku. Odpadá tak únava, která je u několikahodinových operací běžná.

### V Leonardových šlépějích

Historicky prvním operačním robotem byl *Arthrobot*, který byl sestaven a poprvé použit ve Vancouveru v Kanadě v roce 1983. V té době bylo vyvinuto ještě několik podobných robotů, kteří sloužili například k držení nástrojů během operace, případně při operaci nahrazovali asistenta lékaře. Mezi historicky významné patřil též robot *ZEUS*, který měl tři robotické paže. Jednou paží byl již zmíněný laparoskopický *AESOP*, umožňující chirurgovi vidět uvnitř těla pacienta. Zbylá dvě ramena napodobovala pohyb chirurga. *ZEUS* skončil v roce 2003, kdy se jeho výrobce *Computer Motion* sloučil s konkurenční společností *Intuitive Surgical*, jež je autorem dnes nejrozšířenějšího systému *da Vinci*. Ten byl původně vyvinut pro americkou NASA a měl sloužit pro potřeby kosmonautů na meziplanetárních výpravách, operace vojáků v ponorkách a na letadlových lodích či na bitevních polích.

Systém *da Vinci* dnes v robotické chirurgii jednoznačně dominuje.

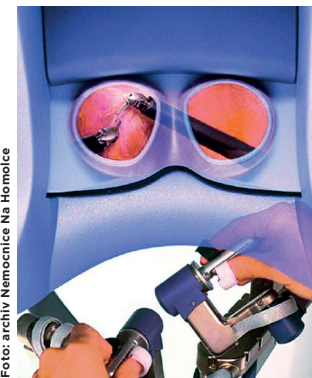


Foto: archiv Nemocnice Na Homolce

je, proto se někdy roboticky asistovaná chirurgie nazývá i *da Vinci* chirurgie. Pojmenování po Leonardu da Vincim prý bylo zvoleno proto, že právě on jako první vynalezl robota, a také pro jeho anatomické znalosti, přesnost a trojrozměrné detaily v jeho pracích.

### Zkušenost chirurga je nenahraditelná

První instalace robotického systému *da Vinci* v České republice proběhla v roce 2005 v Nemocnici Na Homolce v Praze. Jedním z prvních lidí operovaných touto metodou u nás byla pacientka trpící obezitou, která podstoupila adjustable bandáž žaludku. Celá operace trvala asi 150 minut a nenašly během ní žádné komplikace. Moderní technologie sice posunula hranice možností telechirurgie, ale ani ten nejmodernější robot zatím neumí nahradit zkušenosti chirurga. Na lékaře jsou kladeny stále nové nároky. Operace prováděné s pomocí robota vyžaduje – stejně jako ta klasická – zkušeného operátéra i operační tým. Výrazná eliminace rizik spojených s chirurgickými zákroky a zvýšení bezpečnosti pacientů jsou však dostatečnou motivací pro provádění zákroků touto metodou.

Robotické operace jsou velmi žádané a upřednostňované hlavně pro svou přesnost, rychlost a spolehlivost. Jsou proto častým bodem zdravotnických reform. V minulosti existovaly návrhy, že by měly být považovány za nadstandardní péči, a tudíž by byly částečně, nebo dokonce plně hrazeny pacienty. Lékaři a zdravotníci odborníci však s tímto přístupem nesusouhlasí, argumentují možným znevýhodněním určitých skupin pacientů a v neposlední řadě také nedostatečným využitím drahých operačních přístrojů.