

Telemedicina e robotica: preparare la strada alla globalizzazione della chirurgia

S. SENAPATI^a, A.P. ADVINCULA^b



TELEMEDICINA AND ROBOTICS: PAVING THE WAY TO THE GLOBALIZATION OF SURGERY

S. SENAPATI, A.P. ADVINCULA

^aClinical Instructor and Fellow, Minimally Invasive Surgery, Department of Obstetrics and Gynecology, University of Michigan Medical Center, Ann Arbor, MI, USA

^bDepartment of Obstetrics and Gynecology, University of Michigan Medical Center, Ann Arbor, MI, USA

Int. J. of Gynecol & Obstet., 91: 210-16, 2005
0020-7292/\$ - see front matter

© 2005 International Federation of Gynecology and Obstetrics

Introduzione

La telemedicina, che letteralmente significa medicina a distanza, "è l'uso di informazioni mediche scambiate da un luogo all'altro attraverso comunicazioni elettroniche per la salute e l'educazione del paziente e per migliorarne l'assistenza e la cura (1). Una delle principali forze trainanti dietro l'obiettivo generale della telemedicina era di fare in modo che le pratiche e le risorse attuali raggiungessero aree remote del mondo, dove ricevere e fornire un'assistenza

Riassunto

Fornire servizi sanitari a distanza, o telemedicina, è diventato strumento emergente nel campo della chirurgia. Per quanto riguarda quest'ultimo ambito, la chirurgia di telepresenza attraverso la robotica sta diventando gradualmente parte delle attività pratiche nel campo della salute. Questo articolo fornisce una breve panoramica dei principi della telemedicina e della chirurgia di telepresenza specificamente in rapporto con la robotica. Laddove nella laparoscopia si erano raggiunti dei limiti, la robotica ha reso possibile compiere ulteriori passi avanti. Lo sviluppo della robotica in medicina è stata una progressione dalla tecnologia passiva a quella immersiva. In ginecologia, l'utilizzazione della robotica è evoluta dall'impiego di Aesop[®], un braccio robotico per la manovra della telecamera, a sistemi robotici completi quali quelli chirurgici Zeus[®] e Da Vinci[®]. Questi sistemi non solo sono stati utilizzati direttamente in varie procedure, ma sono divenuti un utile strumento per teleconferenze e teleconsulti con chirurghi lontani. Poiché questa modalità tecnologica viene assimilata nella cultura della medicina e della chirurgia globalmente, occorre porre attenzione a governare le implicazioni economiche, legali ed etiche della medicina. Nonostante i problemi che comporta, la chirurgia di telepresenza promette di avere più diffusa applicazione.

sanitaria adeguata è un problema (2). L'Università del Nebraska è stata una delle prime istituzioni negli Stati Uniti a impiegarla, negli anni '50, quale mezzo per sostenere la ricerca e gli sforzi clinici nelle zone più lontane dello stato. Altri esempi dei primi sforzi nella telemedicina sono, a Boston, il collegamento tra il *Massachusetts General Hospital* e il *Logan Airport* quale supporto medico di emergenza. Purtroppo, queste prime imprese erano molto costose e politicamente animate. Per anni, pochi progressi sono stati compiuti in telemedicina. È stato solo nel 1986 che un programma satellitare è stato sviluppato negli Stati Uniti dalla Mayo Clinic tra il suo campus principale a Rochester, Minnesota, e la clinica di Scottsdale, Arizona. Dopo di allora sono varie le applicazioni realizzate per la telemedicina. I servizi di consulenza per una seconda opinione, la supervisione a distanza per la guida in uno screening tecnico postoperatorio,

visite di follow-up, videoconferenze per meeting di gruppo, conferenze formali ed educazione medica continua sono solo alcune di queste applicazioni.

Telechirurgia

La telemedicina può essere specificamente applicata a subspecialità chirurgiche come la telechirurgia. Questa è definita in linea generale come la capacità di eseguire interventi a distanza (3). La telechirurgia può assumere diverse forme, una delle quali è la capacità di fornire la supervisione a distanza per guidare una tecnica. Un esempio di ciò in ostetricia è stato il trattamento, coronato da successo di una gestante a Santiago del Cile, usando ecografia ed endoscopia guidate mediante telechirurgia da Tampa, in Florida (4). La paziente era gravida con gemelli monocoriali diamniotici, uno dei quali acardico. Poiché in Cile non era possibile por termine alla gravidanza, dopo larghe consultazioni e previa approvazione da parte del comitato etico della Universidad de Chile vennero eseguite con successo l'amnioressi e la fotocoagulazione del cordone ombelicale del gemello acardico. In questo caso, grazie a un sistema avanzato di telecomunicazione e teleconferenza era stato possibile far sì che gli specialisti in chirurgia fetale di Tampa guidassero il team chirurgico in Cile durante l'intera procedura. Questa particolare applicazione della telemedicina ha messo in evidenza la capacità di fornire moderne abilità chirurgiche in aree lontane in cui ciò è necessario.

Poiché la telemedicina e la telechirurgia hanno continuato a render nota la loro presenza in casi quali, ad esempio, l'ostetricia, la robotica sembra svolgere un ruolo sempre maggiore nella loro evoluzione. L'impiego di robot in chirurgia si è realizzato solo negli ultimi 25 anni. La prima applicazione è avvenuta in campo neurochirurgico (5). Il modello originale, noto come PUMA 560, veniva usato per le manovre stereotassiche sotto la guida della tomografia assiale computerizzata (TAC). In maniera analoga, un sistema robotico chiamato PROBOT veniva creato per favorire la resezione transuretrale della prostata attraverso la guida di una immagine tridimensionale costruita preoperatoriamente (6). Presto, la chirurgia ortopedica utilizzò un dispositivo chiamato ROBO-DOC per fornire assistenza negli interventi di sostituzione protesica dell'anca (7). Un tema comune a questi primi progetti era il modo in cui i robot funzionavano. Essi venivano sviluppati per funzionare autonomamente secondo un piano preoperatorio o in un ruolo di supervisione. Questo ruolo passivo subì ben presto una evoluzione in uno più attivo di immersione nell'ambiente, che divenne noto come tecnologia di telepresenza robotica.

Il concetto di tecnologia di telepresenza robotica è nato grazie agli sforzi collaborativi dello Stanford Research Institute (SRI), del Dipartimento della Difesa, e della NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) (8). L'impulso per questo concetto era costituito dalla necessità di essere in grado di fornire cure operatorie immediate ai soldati feriti sul campo di battaglia. Inizialmente, i prototipi comportavano bracci robotici che potevano essere montati su un veicolo corazzato per facilitare la chirurgia a distanza sul campo di battaglia. Subito dopo, questa tecnologia venne commercializzata, e i robot cessarono di essere dispositivi soltanto passivi in chirurgia, per diventare strumenti che potevano essere attivamente controllati nelle camere operatorie civili. Sebbene la tecnologia di telepresenza robotica fosse stata creata inizialmente per la cardiocirurgia (9), non passò molto tempo prima che questi sviluppi trovassero applicazione nel campo della ginecologia.

La robotica in ginecologia

I progressi tecnici hanno chiaramente apportato miglioramenti alla laparoscopia dei nostri giorni. Tra questi, le sorgenti di luce allo xenon o alogena, nonché una migliorata strumentazione manuale. Nell'area della chirurgia ginecologica mini-invasiva, questa tecnologia ha continuato a crescere a passi da gigante. I giorni in cui durante una laparoscopia diagnostica un chirurgo guardava dentro un oculare sono passati da tempo, rendendo in tal modo possibile l'esecuzione di interventi più operatori. Gli studi hanno chiaramente dimostrato che la chirurgia laparoscopica permette una guarigione più rapida con un miglior risultato estetico e minori dolori postoperatori. Nonostante questi progressi e vantaggi tecnologici, procedure più complesse come la terapia dell'endometriosi avanzata e gli interventi che richiedono ampie suture, quali miomectomie, ricostruzioni pelviche e reanastomosi tubariche, vengono tipicamente trattate per via laparotomica.

Un grande esempio della lenta applicazione delle tecniche chirurgiche mini-invasive a una procedura ginecologica è stata l'isterectomia. Nel 2002, Farquhar e Steiner hanno riportato che circa il 10% delle isterectomie erano eseguite con l'assistenza della laparoscopia (10). Ogni anno, negli Stati Uniti vengono praticate circa 600.000 isterectomie, la maggior parte per affezioni benigne (11,12). Prima dell'introduzione dell'isterectomia vaginale laparoscopicamente assistita alla fine degli anni '80, l'approccio alle isterectomie veniva eseguito per via vaginale o addominale (13). Sebbene sin dagli anni '80 si sia assistito a un deciso trend verso l'isterectomia laparoscopica, quella laparotomica resta ancora la via di accesso più comune.

Uno dei principali ostacoli a una più diffusa accettazione e applicazione delle tecniche chirurgiche mini-invasive in ambito ginecologico sono state le limitazioni incontrate con la laparoscopia convenzionale. Tra queste, i movimenti controintuitivi delle mani, la visualizzazione bidimensionale, e i limitati gradi di movimento degli strumenti nel corpo. Nel tentativo di superare questi ostacoli, è stata presa in considerazione, quale soluzione la robotica.

Uno dei remoti predecessori delle prime applicazioni della tecnologia robotica al campo della ginecologia è stato il braccio robotico ad attivazione vocale noto come Aesop[®] (Computer Motion Inc.[®], Goleta, CA). Il ruolo principale di questo strumento era quello di manovrare la telecamera durante la chirurgia laparoscopica. Uno studio di Mettler et al. ha messo a confronto questo sistema e un assistente che durante l'intervento ginecologico in laparoscopia teneva la telecamera (14). Gli autori hanno osservato che con la camera robotica il tempo necessario per eseguire l'intervento era minore, perché i due chirurghi potevano usare entrambe le mani per operare, migliorando in tal modo l'efficienza.

Un altro predecessore della attuale piattaforma di robot chirurgici era Zeus[®] (Computer Motion Inc.[®], Goleta, CA). Il Dr. Yulan Wang, uno dei pionieri che aveva contribuito a disegnare il sistema robotico Zeus[®], ha descritto le 5 caratteristiche essenziali per il successo di un sistema robotico chirurgico: più bracci robotica, migliore ergonomia, migliore destrezza di movimenti per eliminare i tremori intenzionali, maggiore ingrandimento del campo chirurgico e, infine, trasmissione rapida e affidabile dei dati tra il chirurgo e i suoi strumenti e sistemi di imaging.

Il risultato finale era un sistema che era composto di tre bracci robotici controllati a distanza e attaccati al tavolo chirurgico, e di una stazione operativa chiamata consolle robotica. Questa consolle aveva il controllo dello strumento, mentre la visione tridimensionale era ottenuta con l'aiuto di lenti speciali. I bracci robotici manovravano la telecamera e fornivano al chirurgo due bracci operatori dotati di strumenti "Microwrist"[™] (joystick) intercambiabili. Sebbene, rispetto a quelli della laparoscopia convenzionale, questi strumenti imitassero strettamente i movimenti del polso umano, i loro movimenti non erano completamente istintivi.

I primi studi ne riferirono l'applicazione con successo nella reanastomosi tubarica. In uno studio prospettico, l'incidenza di gravidanze è stata valutata in 10 pazienti con pregresse legature delle tube, sottoposte a reanastomosi tubarica laparoscopica con impiego della stessa tecnica usata negli interventi laparotomici (15). Una pervietà tubarica postoperatoria dell'89% è stata dimostrata in 17 delle 19 tube anastomizzate, con una incidenza di gravidanze del 50% a 1 anno.

Non c'erano complicanze o gravidanze ectopiche.

L'impiego della tecnologia robotica per facilitare le procedure laparoscopiche in ginecologia risulta chiaramente evidente con questi due primi sistemi. L'uso della robotica in ginecologia è andato aumentando soltanto negli ultimi 5 anni, particolarmente con l'introduzione nella chirurgia robotica dell'ultima piattaforma approvata dalla *Food and Drug Administration* (FDA), il sistema chirurgico Da Vinci[®] (Intuitive Surgical[®], Sunnyvale, CA). Infatti, tale sistema è il solo prodotto attivamente che incorpora un ambiente immersivo di telepresenza.

Il sistema chirurgico Da Vinci[®] è costituito da tre componenti (Fig. 1). La prima componente è la consolle dalla quale il chirurgo controlla a distanza il sistema robotico. Un visore stereoscopico e i controlli manuali e con pedali si trovano in questa unità. La seconda componente del sistema chirurgico Da Vinci[®] è il sistema di visualizzazione InSite[®], che fornisce l'immagine tridimensionale attraverso un endoscopio da 12 mm. La terza componente è il carrello a lato del paziente con i bracci telerobotici e gli strumenti EndoWrist[®]. Attualmente il sistema è disponibile con 3 o 4 bracci robotici. Uno dei bracci tiene il laparoscopio, gli altri 2 o 3 i vari EndoWrist[®]. Questi strumenti chirurgici laparoscopici sono unici, in quanto possiedono 7 gradi di libertà che replicano l'intero range di movimenti della mano del chirurgo. Questi 7 gradi di libertà sono: 1) i movimenti dentro e fuori, 2) la rotazione assiale, 3) l'apertura e la chiusura dello strumento, 4) il movimento laterale nell'articolazione, 5) il movimento verticale nell'articolazione, 6) il movimento a destra in ogni articolazione, e 7) il movimento a sinistra in ogni articolazione. Sono disponibili innumerevoli strumenti laparoscopici, quali guide per aghi, pinze Debakey, e spatole cauterio monopolari. Il notevole miglioramento rispetto ai primi prototipi è che 7 gradi di libertà ottenuti alla consolle del chirurgo permettono la manipolazione istintiva dello strumento. L'effetto fulcro osservato con la laparoscopia convenzionale è eliminato.

In numerosi studi nelle varie discipline, il sistema chirurgico Da Vinci[®] si è dimostrato un'alternativa sicura ed efficace alla chirurgia laparoscopica convenzionale, particolarmente quando si ha a che fare con patologie complesse. In ambito ginecologico, esistono descrizioni di laparoscopia robot-assistita per procedure basate sulle suture, dove destrezza e precisione accoppiate a un imaging di grado avanzato rappresentano per il chirurgo un enorme vantaggio. Il sistema chirurgico Da Vinci[®] è stato applicato alla reanastomosi tubarica, alla trasposizione ovarica, all'isterectomia, alla miomectomia, e al prolasso della volta vaginale (16-20).

Sebbene molte delle limitazioni che si incontrano con la strumentazione laparoscopica convenziona-

le siano superate con la robotica, ulteriori problemi sono quelli dell'addestramento e della acquisizione di abilità di notevole grado. Il livello di abilità del chirurgo e la lunghezza del periodo di addestramento per ottenere la competenza laparoscopica influenzano notoriamente l'applicazione delle tecniche chirurgiche mini-invasive a procedure quali l'isterectomia (21). In un interessante studio di Chapron et al. condotto in Europa, l'addestramento era uno dei fattori principali nella scelta della tecnica, e infatti una revisione della frequenza dell'isterectomia laparoscopica in 23 centri medici francesi ha rivelato che in 8 soltanto venivano eseguite isterectomie totali laparoscopiche (22).

Quando è disponibile l'accesso all'addestramento chirurgico, la *learning curve* per la laparoscopia convenzionale e la prevenzione delle complicanze associate costituiscono ancora importanti limitazioni a una estesa applicazione. Sebbene per molte delle procedure laparoscopiche in ginecologia non ci siano controindicazioni assolute, l'esperienza di un chirurgo e la patologia incontrata restano i fattori limitanti per una esecuzione coronata da successo. L'uso della laparoscopia robot-assistita può colmare rapidamente il gap tra assimilazione della tecnica ed effettiva applicazione della procedura. Uno studio recente di Sarle et al. ha confermato questa opinione. Gli autori hanno valutato l'impatto della robotica sull'abilità chi-

irurgica confrontando la laparoscopia convenzionale con il sistema chirurgico Da Vinci® nella esecuzione di 4 esercizi di addestramento con il sistema robotico. Cosa più importante, lo studio ha trovato che, con l'uso del sistema robotico, chirurghi laparoscopici esperti e novizi competevano alla pari.

Chirurgia tramite telepresenza

Come già discusso, la telechirurgia per mezzo della robotica non soltanto si è dimostrata in grado di superare le limitazioni osservate con la laparoscopia convenzionale e di facilitare l'acquisizione di abilità endoscopiche complesse, ma è anche definita ampiamente come la capacità di eseguire interventi chirurgici a distanza, altrimenti nota come chirurgia tramite telepresenza (3). Ciò è stato dimostrato roboticamente nel 2001. La barriera della distanza è stata infranta in maniera drammatica allorché fu portato a termine un intervento chirurgico tramite telepresenza da New York alla Francia. I medici riuscirono ad operare con un ritardo di tempo inferiore a 200 ms tra i controlli a New York e l'azione degli strumenti sul paziente a Strasburgo. Furono usati due sistemi di comunicazione a fibre ottiche per connettere sia l'alimentazione video che un collegamento telefonico.

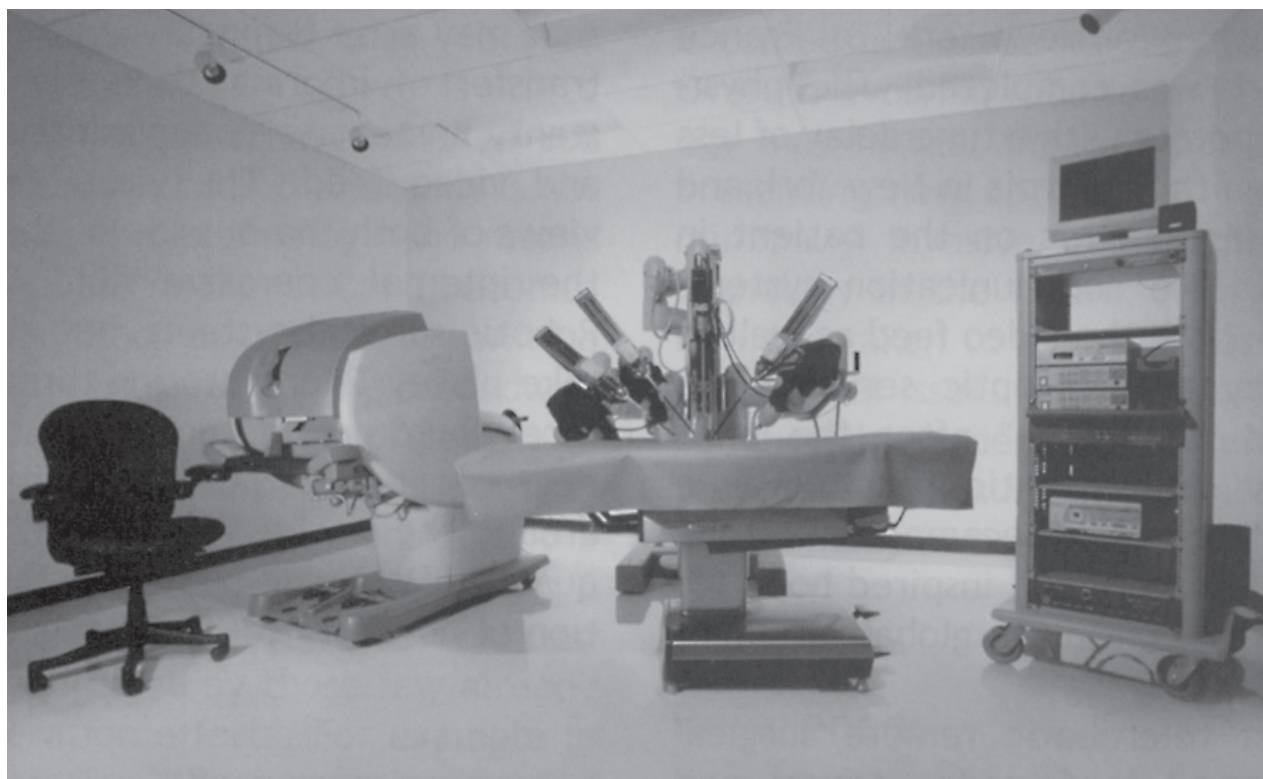


Fig. 1 - Fotografia del sistema robotico Da Vinci®. Da sinistra a destra: consolle del chirurgo, cart dal lato del paziente, e torre di visione InSite®. Foto gentilmente concessa da Intuitive Surgical®, Inc.

L'operazione, denominata "Lindbergh" dal pilota che per primo compì la traversata atlantica, fu una colecistectomia, che riuscì perfettamente. Essa è diventata una pietra miliare nella storia della telechirurgia e ha infuso speranza in quanti prevedono che si vada verso la globalizzazione della chirurgia (24, 25).

Uno dei primi servizi di chirurgia telerobotica è stato progettato in Canada. Nel 2003, Anvari e collaboratori hanno creato un programma mediante il quale il sistema ZEUS TS microjoint (Computer Motion, Inc.[®], Goleta, CA) venne installato ad Hamilton, Ontario. Il chirurgo, e i bracci robotici furono posizionati sul paziente a North Bay, Ontario, a 400 km di distanza. Essi furono capaci di utilizzare una rete commerciale prestabilita quale mezzo di comunicazione tra le due località. Con questo sistema furono eseguiti con successo 21 interventi chirurgici laparoscopici, tra cui funduplicazioni, resezioni del sigma, emicolectomia, una resezione anteriore e riparazioni di ernie inguinali. Dall'altro capo, i due chirurghi riuscirono a operare con un breve ritardo di tempo per la comunicazione e la ricezione del segnale, senza complicanze significative (26).

Teleconsulto

Il teleconsulto implica la guida da lontano di un trattamento o di una procedura in cui l'operatore ha scarsa o nulla esperienza con la tecnica presentata (27). Si tratta di un metodo interattivo che facilita l'istruzione di un giovane chirurgo con un insegnamento a distanza, personale, da parte di un chirurgo esperto, oppure che comporta che da lontano un chirurgo agisca da precettore per fornire la guida in interventi difficili (28). Il teleconsulto è supportato da un sistema di videoconferenze e costituisce una ulteriore metodologia per la didattica tradizionale rivolta a medici e chirurghi. Esso rende possibile l'addestramento virtuale personale per mezzo di computer e di sistemi di telecomunicazione.

Una delle chiare esigenze di questo processo deve essere quella di stabilire un protocollo standard per l'uso globale del teleconsulto, specialmente perché con questa organizzazione il rischio in cui si incorre con questo sistema è molto più alto. Un presupposto importante del processo è il livello di abilità dell'individuo chiamato a consulto nell'affrontare i problemi che possono sorgere nel corso del processo. Un rapido e affidabile trasferimento di informazioni è anche necessario per una costante, immediata comunicazione via audio e video. Il sistema visivo deve comprendere una veduta sia dell'esterno del paziente che del campo operatorio interno durante la laparoscopia. I sistemi chirurgici robotici possono rendere possibile lo svolgimento di questo processo. Attraverso un interfaccia-

mento, il teleconsulto darebbe modo agli esperti di tutto il mondo di allenare i chirurghi in nuove procedure e tecniche. Ciò, a sua volta, migliorerebbe la qualità dell'addestramento e renderebbe possibile la diffusione globale delle nuove conoscenze chirurgiche.

Problemi

Sebbene i sistemi robotici come quello chirurgico Da Vinci[®] forniscano strumentazione e imaging avanzati, una limitazione dell'attuale stato dell'arte della laparoscopia robot-assistita è l'assenza di un feedback tattile per il chirurgo che dalla consolle chirurgica adoperi gli strumenti a grande distanza. La capacità che nella laparoscopia robot-assistita un feedback tattile possa essere trasmesso al chirurgo non si è ancora verificata, a causa del costo della tecnologia. D'altro canto, la migliore visualizzazione ottenuta con l'imaging tridimensionale sembra supplire a questa carenza per i chirurghi.

Anche i costi possono essere proibitivi, poiché un sistema robotico come il Da Vinci[®] viene venduto al prezzo di un milione di dollari USA. I tempi operatori più lunghi e gli strumenti e la biancheria usa e getta contribuiscono all'aumento dei costi. Quando la robotica viene applicata all'area telechirurgica, i costi crescono in maniera esponenziale e diventano uno degli ostacoli più comuni alla creazione di servizi di questo tipo. L'operazione "Lindbergh" descritta sopra è costata oltre un milione di euro (25). Parte delle spese generali iniziali di questo tipo di progetto sono dovute al sistema di comunicazione, che rappresenta una delle componenti cruciali per il successo di un sistema di operazioni a distanza. Il più comune servizio oggi usato è però la modalità di trasferimento asincrono (*ATM, Asynchronous Transfer Mode*), il limite al cui impiego è costituito dal problema dell'accesso. Attualmente, nella maggior parte degli ospedali questo sistema non è già installato, e pertanto i costi iniziali possono essere superiori a quelli che alcune istituzioni possono affrontare.

A parte i problemi economici e nonostante i grandi progressi tecnologici nella comunicazione robotica e digitale, la latenza rimane ancora un problema nelle imprese telechirurgiche a lunga distanza. Il ritardo di tempo tra l'esecuzione di un certo movimento da parte dell'operatore e l'effetto sul paziente ha fatto sorgere interrogativi riguardo alla sicurezza della telechirurgia. Molti chirurghi sono stati capaci di superare questo ostacolo; tuttavia, il ritardo è ancora visibile. La maggior parte dei chirurghi ha adottato 300 ms quale soglia al di sopra della quale la latenza non è accettabile (26, 29). Quando questa tecnologia e questi mezzi di comunicazione allungheranno le

distanze e si diffonderanno, qualsiasi riduzione della latenza rappresenterà un aumento della sicurezza inerente alla procedura.

Problemi etici cruciali sono quelli che riguardano la privacy del paziente e la responsabilità della cura, quando si ha a che fare con un chirurgo al letto del malato e uno che opera in una sede remota durante un intervento di telechirurgia robotica. La responsabilità medica globale è un problema che viene affrontato dai pochi chirurghi che sono già impegnati nella telechirurgia. Nell'operazione "Lindbergh", ad esempio, si è proceduto all'intervento solo dopo che i chirurghi francesi se ne erano assunta ogni responsabilità legale, poiché francesi erano tanto essi che praticavano l'intervento sul posto che il paziente. Quel particolare intervento si è svolto tranquillamente, ma per quelli futuri è necessario che tutte le parti abbiano dei programmi di riserva per l'improbabile situazione che dovesse esserci un guasto nel sistema, ad esempio nel robot chirurgico o nelle linee di comunicazione.

Specialmente con la telechirurgia e la telerobotica, prima di iniziare l'intervento è necessario ottenere la piena approvazione dei comitati di revisione etici e istituzionali di entrambe le parti coinvolte. Le responsabilità devono essere chiaramente delineate. Prima di intraprendere questo tipo di tentativi, occorre definire dettagli quali privilegi e rimborsi medici per i chirurghi e copertura assicurativa per il paziente. Anvari et al. hanno stabilito un formale accordo legale non solo tra i chirurghi, ma anche con tutti gli ospedali e le aziende fornitrici delle apparecchiature

coinvolti. Esso specificava chiaramente il ruolo di ciascun gruppo e descriveva le responsabilità di ciascuna delle parti (26).

Conclusione

Idealmente, non è difficile immaginare un ambiente in cui medici e pazienti siano in rapporto tra loro attraverso una rete di comunicazione che permetta ai chirurghi di collaborare tra loro da sedi distanti, al fine di fornire cure di avanguardia a un paziente che in una lontana parte del mondo è affetto da una malattia rara. Non solo ciò sarebbe utile sia dal punto di vista consultivo che per il paziente, ma anche per lo scambio di idee a livello internazionale (30). Il ruolo della robotica nel movimento telechirurgico costituisce l'occasione per uno scambio internazionale di nuove tecniche chirurgiche senza precedenti. Così facendo, si possono fornire crediti e certificazioni per i chirurghi, e al tempo stesso standardizzare l'addestramento. Complessivamente, l'evoluzione della tecnologia robotica e telechirurgica può migliorare ulteriormente gli outcome dei pazienti, e presentare nuove opzioni su larga scala per il futuro trattamento mini-invasivo delle patologie ginecologiche. A titolo prudenziale, è necessario porre grande attenzione a valutare non solo gli aspetti economici ed etici, ma anche a condurre studi adeguati al fine di determinare l'esatto ruolo della tecnologia robotica e telechirurgica nella chirurgia mini-invasiva ginecologica.

Bibliografia

1. RAFIQ A., MERRELL R.C.: *Telemedicine for access to quality care on medical practice and continuing medical education in a global arena*. J Contin Educ Health Prof., 25:34-42, 2005.
2. ROSSER J.C., GABRIEL N., HERMAN B., MURAYAMA M.: *Telemenioring and teleproctoring*. World J Surg 25:1438-48, 2001.
3. PANDE R.U., PATLE Y., et al.: The telecommunication revolution in the medical field: present applications and future perspective. Curr Surg., 6:636-40, 2003.
4. QUINTERO R.A., MUNOZ H., POMMER R., DIAZ C., et al.: *Operative fetoscopy via telesurgery*. Ultrasound Obstet Gynecol., 20:390-1, 2002.
5. KWONH Y.S., HOU J., JONCKHEERE E.A., HAYATI S.: *A robot with improved absolute positioning accuracy for stereotactic brain surgery*. IEEE Trans Biomed Eng., 35:153-60, 1988.
6. DAVIES B.L., HIBBERD R.D., COPTCOAT M.J., WICKHAM J.E.A.: *A surgeon robot prostatectomy—a laboratory evaluation*. J Med Eng Technol., 13:273-7, 1989.
7. BAUER A., BORNER M., LAHMER A.: *Clinical experience with a medical robotic system for total hip replacement*. In: Notte R, Ganz R, editors. Computer Assisted Orthopedic Surgery. Hogrefe and HuberBern; p. 128-33, 1999.
8. SATAVA R.M.: *Robotic surgery: from past to future—a personal journey*. Surg Clin North Am 83:1-6, 2003.
9. DIODATO M.D., DAMIANO R.J.: *Robotic cardiac surgery: overview*. Surg Clin North Am 83:1-12, 2003.
10. FARQUHAR C.M., STEINER C.A.: *Hysterectomy rates in the United States 1990-1997*. Obstet Gynecol., 99:229 - 34, 2002.
11. WILCOX L.S., KOONIN L.M., POKRAS R., STRAUSS L.T., XIA Z., PETERSON H.B.: *Hysterectomy in the United States, 1988-1990*. Obstet Gynecol., 83:549-55, 1994.
12. LEPINE L.A., HILLIS S.D., MARCHBANKS P.A., KOONIN L.M., MORROW B., KIEKE B.A., et al.: *Hysterectomy surveillance—United States, 1980-1993*. MMWR CDC Surveill Summ., 46:1-15, 1997.

13. REICH H., DECAPRIO J., MCGLYNN F.: *Laparoscopic hysterectomy*. L Gynecol Surg., 5:213-6, 1989.
 14. METTLER L., IBRAHIM M., JONAT W.: *One year of experience working with the aid of a robotic assistant (the voicecontrolled optic holder AESOP) in gynecologic endoscopic surgery*. Hum Reprod., 13:2748-50, 1998.
 15. FALCONE T., GOLDBERG J.M., MARGOSSIAN H., STEVENS L.: *Robotically assisted laparoscopic microsurgical anastomosis: a human pilot study*. Fertil Steril., 73:1040-2, 2000.
 16. DEGUELDRE M., VANDROMME J., HUONG P.T., CADIERE G.B.: *Robotically-assisted laparoscopic microsurgical tubal reanastomosis: a feasibility study*. Fertil Steril., 74:1020-3, 2000.
 17. MOLPUS K.L., WEDERGREN J.S., CARLSON M.A.: *Robotically-assisted endoscopic ovarian transposition*. JSLS 7:59-62, 2003.
 18. DIAZ-ARRASTIA C., JURNALOV C., GOMEZ G., TOWNSEND C.: *Laparoscopic hysterectomy using a computer-enhanced surgical robot*. Surg Endosc., 16:1271-3, 2002.
 19. ADVINCULA A.P., SONG A., BURKE W., REYNOLDS R.K.: *Preliminary experience with robot-assisted laparoscopic myomectomy*. J Am Assoc Gynecol Laparosc., 11(4):511-8, 2004.
 20. DIMARCO D.S., CHOW G.K., GETTMAN M.T., ELIOTT D.S.: *Robotic assisted laparoscopic sacrocolpopexy for treatment of vaginal vaultprolapse*. Urology, 63:373-6, 2004.
 21. WATTIEZ A., COHEN S.B., SELVAGGI L.: *Laparoscopic hysterectomy*. Curr Opin Obstet Gynecol, 14:417-22, 2002.
 22. CHAPRON C., LAFOREST L., ANSQUER Y., FAUCONNIER A., FERNANDEZ B., BREAST G., et al.: *Hysterectomy techniques used for benign pathologies: results of a French multicenter study*. Hum Reprod., 14:2464-70, 1999.
 23. SARTE R., TEWARI A., SHRIVASTAVA A., PEABODY J., MENON M.: *Surgical robotics and laparoscopic training drills*. J Endourol., 18:63-7, 2004.
 24. MARECAUX J., LEROY J., GAGNER M.: *Transatlantic robotic-assisted telesurgery*. Nature, 413:379-80, 2001.
 25. MARESCAUX J., LEROY J., RUBINO F., SMITH M., VIX M., SIMONE M., et al.: *Transcontinental robot-assisted remote telesurgery: feasibility and potential applications*. Ann Surg., 235:487-92, 2002.
 26. ANVARI M., MCKINLEY C., STEIN H.: *Establishment of the world's first telerobotic remote surgical suite*. Ann Surg., 241:460-4, 2005.
 27. ROSSER J.C., GABRIEL N., HERMAN B., MURAYAMA M.: *Telementoring and teleproctoring*. World J Surg., 25:1438-48, 2001.
 28. PANDE R.U., PATTE Y., POWERS C.J., D'ANCONA G., KARAMANOUKIAN H., ET AL.: *The Telecommunication Revolution in the Medical Field: Present Applications and Future Perspective*. Current Surg., 6:636-40, 2003.
 29. FABRIZIO M.D., LEE B.R., CHAN D.Y., STOIANOVICI D., JARRETT T.W., YANG C., et al.: *Effect of time delay on surgical performance during telesurgical manipulation*. J Endourol., 14:133-8, 2000.
 30. RAFIQ A., MERRELL R.C.: *Telemedicine for access to quality care on medical practice and continuing medical education in a global arena*. J Contin Educ Health Prof., 25:34-42, 2005.
-



→ ACCESSO

Utente

Password



- Profilo utente
- Registrazione

→ RIVISTA

- Presentazione
- Media Planner
- Ultimo numero
- Archivio numeri precedenti
- Ricerca
- Abbonamento
- Forthcoming Events

→ INFO

- Informazioni per gli autori
- Sito web della società scientifica

Gentile Lettore,

il Giornale Italiano di Ostetricia e Ginecologia

è consultabile anche on-line

Al sito si accede direttamente all'indirizzo

www.giog.it

oppure attraverso il link della nostra casa editrice

www.gruppocic.it

nella sezione "Giornali, Riviste, Newsletter"

La ricerca bibliografica si effettua tramite: titolo, autore, anno di pubblicazione, abstract e tipologia di articolo (case report, clinical case, ecc.)

*Nell'archivio sono presenti tutti i numeri del **2003**, **2004** e **2005**.*

L'Editore