

## Progressi e prospettive della chirurgia robotica (Cybersurgery)



Ann. Ital. Chir., 2006; 77: 281-286

Fulvio Falcone

Consulente del Politecnico di Milano per la Telemedicina e la Telechirurgia Robotica e Consulente per la Commissione di Bioingegneria dell'Ordine degli Ingegneri di Milano.

### Progresses and perspectives in cybersurgery

*Aim of this paper is to describe the last progress of surgical robotics owing to the more precise and more reliable instrumentations*

*The surgical robotic applications supported by these technological developments and by the new applications allowed by the outstanding contribution of Electronic Bioengineering*

*Had the possibility to utilise more powerful Telecommunications Networks, essential tool for the data transmission, having an impact in several areas like Telemedicine, Diagnosis and Medical and Surgical Therapy of the patient. The data transmission in real time, that of course is not influenced by the distance, allows a new virtual contact (Map-Volume) and a Clinical threedimensional Anatomical Space (3D) operative between the surgeon and the complex robotical system. Formed by the Monitor/Controller/Robot Surgeon/patients and distant neighbours.*

*The use of Robotic Surgery, more and more involved in Telemedicine and in the complex system of teleassistance inside the Emergency Centres for all type of catastrophe, will be essential and decisive in the nearer future.*

*In conclusion, many new scenarios with various applications have been opened up for Telerobotic Surgery.*

*Innovations, applications, developments of new systems will involve a greater and greater number of technicians, Doctors, Bioengineers, Clinical Engineers, Informatic Staff in all Telemedicine sectors..*

KEY WORDS: Robotic Surgery, Telemedicina

### Premessa

Non più tardi di trent'anni fa con l'espansione dell'informatica dei computer, delle reti Web, di Internet, delle trasmissioni e comunicazioni satellitari nasceva la Telemedicina (TM).

I primi passi furono le trasmissioni e comunicazioni da punto a punto sanitario. Si trasferivano su stampanti in rete internet: documentazioni, radiogrammi, tracciati ECG, eco doppler, fax, tutto ciò che poteva essere digitalizzato disponibile da trasmettere e collegare fra loro: PC di medici, gli ospedali, PC di facoltà mediche, ambulatori.

Vennero trasmesse e trasferite in telefonia a banda lar-

ga scansioni/immagine di TAC-RSM, radiogrammi, scintogrammi, analisi, reperti, protocolli e cartelle cliniche con grande utilità operativa nei tempi e nei costi. Funzionò una percepibile efficienza fra i centri di diagnosi e cura, pronto soccorso fissi e mobili distanti e luoghi remoti.

Un'altra importante scoperta come la digitalizzazione delle onde radio ha aumentato all'infinito la quantità di frequenze disponibili all'accesso web e reti informatiche Internet, moltiplicando la futura potenzialità della Telechirurgia Robotica.

Di fondamentale importanza per lo sviluppo delle TM è stata l'affermazione della Chirurgia Laparoscopica, del successo della sua tecnologia non invasiva e la possibilità di operare con procedure microchirurgiche, micromanipolazioni accessibili da eseguire alla Consolle trasferite al Robot chirurgico con sicurezza e precisione impossibile anche per manualità chirurgiche eccezionali.

L'insieme di tutte queste acquisizioni e sintesi di diver-

Pervenuto in Redazione Gennaio 2006. Accettato per la pubblicazione Marzo 2006.

Per la corrispondenza: Prof. Fulvio Falcone, Via G. Vigoni 10, 20122 Milano (e-mail: fulvio.falcone@fastwebnet.it).

se tecnologie avanzate con la TM hanno suggerito a Satava e coll. <sup>4</sup> di chiamare questa ormai vastissima disciplina di studi e di applicazioni "Cybersurgery"; il passaggio dalla "Golden Age" del XX secolo della chirurgia tradizionale con tutti i suoi meravigliosi traguardi alla "Information Age" del XXI secolo.

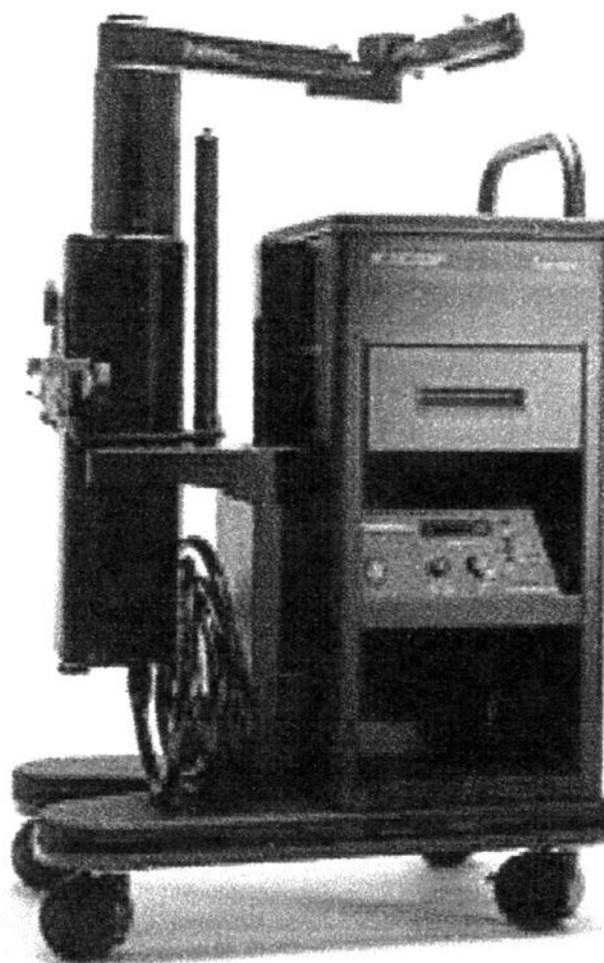
Un ospedale remoto privo di specialità chirurgiche richieste, in casi particolarmente gravi, complicati dall'emergenza, ma munito di una stazione Telerobotica adeguata può oggi collegarsi con il centro di Telemedicina e Telechirurgia Robotica universitaria o ospedaliera per un consulto specialistico o all'occorrenza un intervento teleguidato. Inviando tutti i dati possibili, l'anamnesi, le fotografie e immagini (Rx - tracciati ECG - emonalisi) del paziente il medico chiederà una consultazione con lo specialista in televideo. Le condizioni cliniche del caso, la diagnosi possibile, le disponibilità, le competenze specifiche concorreranno alla formulazione di una diagnosi precisa e l'indicazione di una terapia corretta e sicura. Nella condivisa impossibilità di un trasporto dell'ammalato, lo specialista ed il medico decideranno di eseguire l'intervento telerobotico.

Il Telechirurgo in fase preoperatoria provvederà a registrare sulla consolle del suo computer il programma tridimensionale Tomoanatomico virtuale e la procedura chirurgica da adottare sul malato al monitor, le manipolazioni e la navigazione telechirurgica sul campo operatorio del paziente collegato al Robot. Questa procedura preoperatoria (CT scansione 3D) del Centro Robotico Telechirurgico molto precisa è una copia simulata della condotta operatoria necessaria, garantisce la correttezza dell'accesso all'organo ed ai tessuti lesi (o tumorali), le manovre misurate per ablazioni laser guidate sul monitor per la trasmissione al Robot del ricevente e sul paziente l'applicazione di sintesi protesiche, suture, biopsie ed interventi teleguidati.

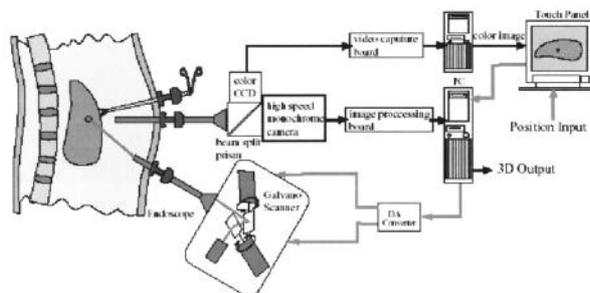
Il programma chirurgico tracciato, controllato e assistito da un anestesista e da un medico trasmette in simultanea il programma già simulato direttamente in Audio/Video al Robot e paziente in altri centri anche lontani eseguito dal Telechirurgo di alta specialità del Centro di Telemedicina. Erogare servizi sanitari sempre più adeguati di qualità ed una pari opportunità per tutti i pazienti anche i più svantaggiati (aree isolate, anche delle catastrofi naturali o belliche) sarà il possibile traguardo solo grazie alla grande diffusione e dell'altissima qualità della Chirurgia Telerobotica.

### Evoluzione dei robot in telechirurgia

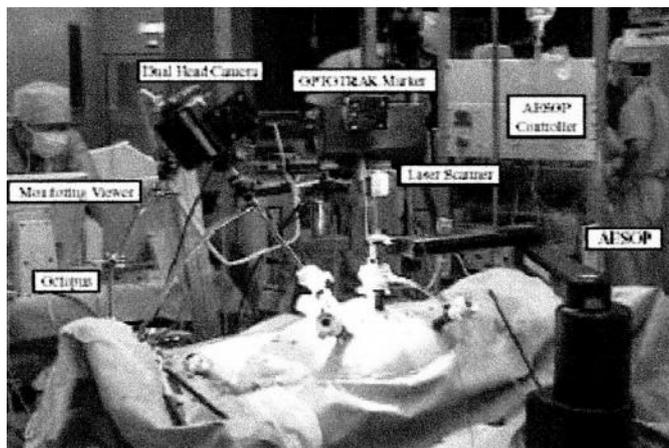
Con l'intenzione di offrire un più facile orientamento fra le innumerevoli tipologie strutturali e funzionali dei Robot Chirurgici commerciali disponibili e collaudati da esperienze cliniche positive, riporto un elenco schematico e cronologico delle loro caratteristiche con brevi succinte note dei Robot in uso.



1994 AESOPUS ZEUS - Robot a guida endoscopica chirurgica. Strumentazione adeguata e duttile. Fino al 2000 descritti 40 casi operati per lo più in ginecologia con buoni risultati. Caratteristiche meccaniche: Peso complessivo: 63,5 Kg - Massa totale del braccio: 17,7 Kg,  $\rho=5,7 \text{ g/cm}^3$  - Massa di controllo: 6,8 Kg - Velocità massima: 7,62 cm/s o il braccio. Movimenti angolari: Braccio: 315°, lunghezza 45,7 cm, diametro 7,6 cm = 3". Gomito: 282° roll, 90° pitch, 270° yaw, lunghezza 16,5 cm, diametro 3,8 cm = 1,5". Avambraccio: 0°, lunghezza 35,6 cm, diametro 5,1 cm = 2". Posizione: 180° pitch 360° roll. Tronco: 0°, lunghezza 61 cm, diametro 15,2 cm = 6".



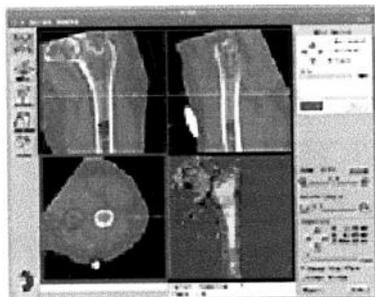
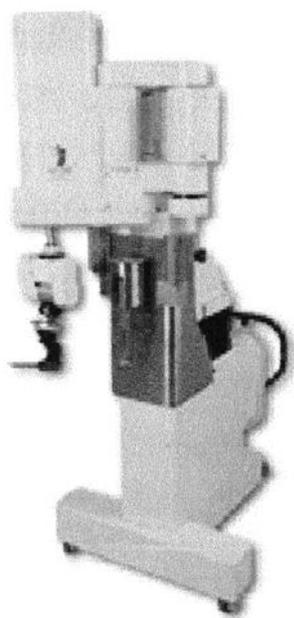
Schema operativo e strumentazione anatomotopografica per un intervento chirurgico videolaparoscopico o terapeutico. Rx o laser (Sistema Aesopus).



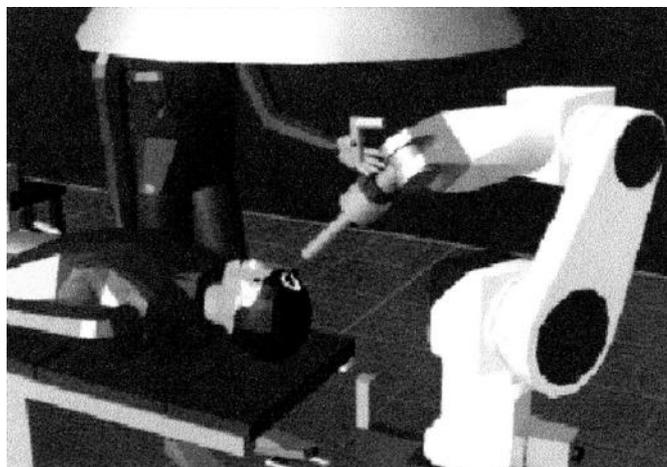
Sala operatoria Aesopus in azione. Chirurgia robotica assistita.



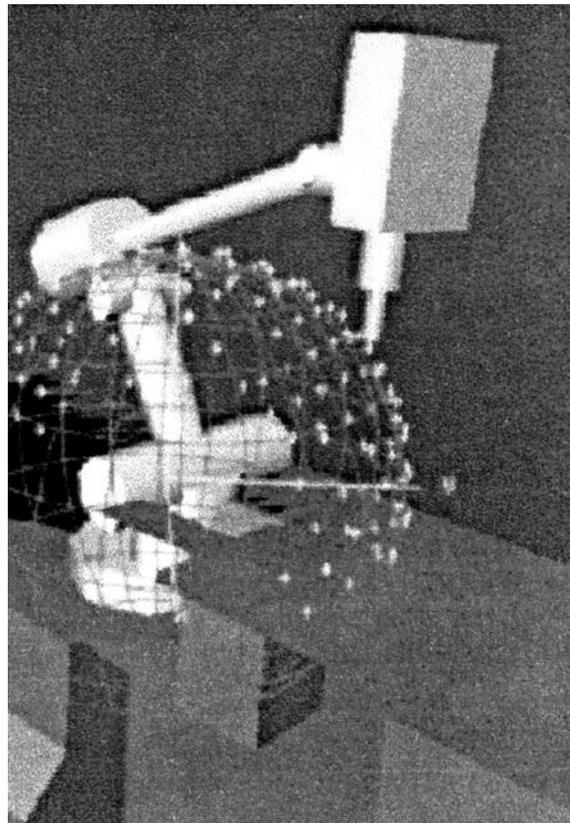
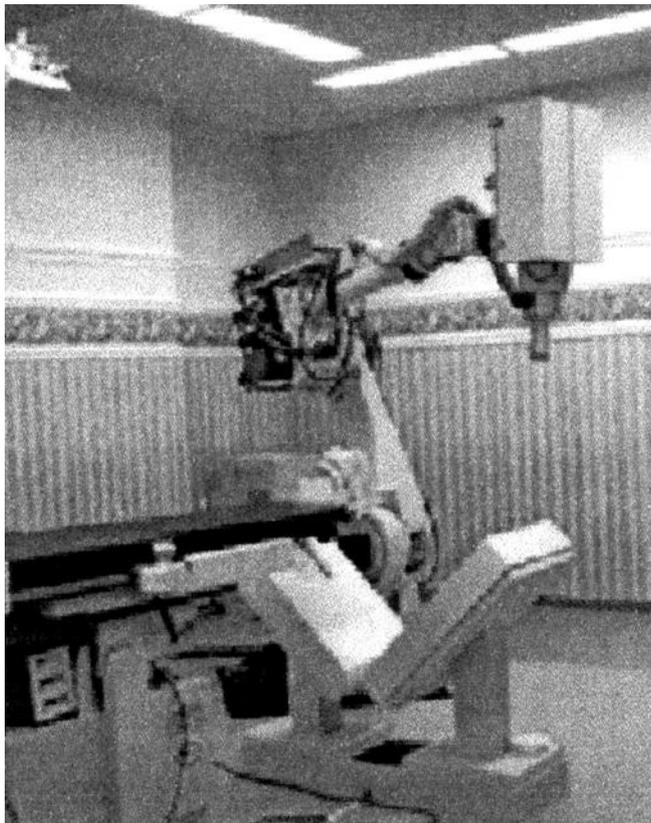
Da Vinci 2001. MIT USA UNIVERSITY – Robot telechirurgico. Ottima pianificazione interfaccia. Computer 3D. Programmi chirurgici precisi e molto affidabili. Strumentazione teleguidata di proprio originale programma software di manipolazione microelettronica. 500 casi clinici trattati con successo fino al 2001.



2000 ROBODOC TM – Prototipo di Robot Telechirurgico progettato nel 1986 e sviluppato dall'IBM – WASTON TOMAS RESERC CENTER e le ricerche della California University. In commercio dal 1992 per la Teletortopedia. Nelle recenti versioni TM sono stati operati 3800 casi di patologia osteoarticolare assistita compreso l'intervento di ricostruzione completa dell'articolazione coxofemorale e del ginocchio in USA ed Europa.



2001 ICRA – Presso l'Università di Karlsruhe Germania questo Robot Telechirurgico con navigazione 6 Dorf 3D scanner controllato. Pianificazione operatoria e manipolazioni teleguidate di grande precisione neurochirurgia - Staibli Robot in teleneurochirurgia CT 3D - Simulata (Rx 90).



2001 FANUC 412 – Realizzato presso l'Università IRVINE in California. Questo Robot Tomotac terapeutico e Chirurgico è stato progettato per procedure ad altissima precisione  $\pm 0,5$  micron. Un centratore sferico riproduce scansioni in 3D le immagini modello simulato informatico in esatte misurazioni anche di forme polimorfiche di patologia encefalica. Viene impiegato nei casi di tumori, aneurismi, ematomi cerebrali. Per il trattamento radiante laser termoablativo registra successi in più di 100 casi (2001) e di innumerevoli interventi di Telechirurgia assistita in Neurologia.

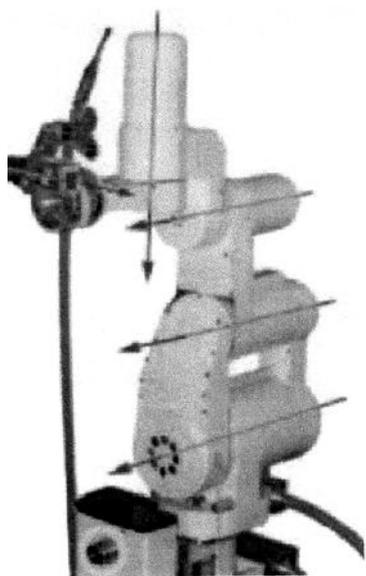
### Riassunto

Vengono descritti i progressi della Chirurgia Robotica di questi ultimi anni, con strumentazioni e nuovi robots sempre più precisi ed affidabili.

Le applicazioni della Chirurgia Robotica, forte di questi sviluppi tecnici e nuove applicazioni con i sorprendenti contributi della BIOINGEGNERIAELETTRONICA ha potuto disporre di più potenti e veloci reti di telecomunicazioni, parte essenziale delle trasmissioni dati reperiti e delle immagini al servizio della Telemedicina: diagnosi, terapia medica e chirurgica dell'ammalato.

L'annullamento delle distanze e le trasmissioni video radio sincronizzate stabilisce un nuovo contatto virtuale (mappa/volume) e spazi anatomo-clinici tridimensionali (3D) operativi tra medico specialista alla consolle ed il complesso monitor/computer/robot/chirurgo/pazienti vicini e lontani.

L'impiego della robotica chirurgica, sempre più inserito nella telemedicina e nei complessi sistemi di teleassistenza dei centri di gestione per le emergenze ed i traumi della protezione civile e della difesa sanitaria in tutte le catastrofi, sarà essenziale e determinante in un avvenire sempre meno lontano. Per concludere, sul futuro della Chirurgia Telerobotica si sono aperte molte finestre e nuovi scenari di impieghi sempre più diffusi. Innovazioni,



2001 ICRA ROBOT AIM BOLOGNA ITALIA – Sviluppato e perfezionato presso l'Istituto di BIOMECCANICA per tecnologia ortopedica. Procedure 5DOF anche per la ricostruzione dell'anca e del ginocchio con precisione circa  $\pm 1$  micron.

scoperte, applicazioni, studio e lavoro attendono una moltitudine di tecnici, medici e sanitari specializzati, bioingegneri clinici ed operatori informatici ed elettronici in ogni settore della Telemedicina.

## **Bibliografia**

- 1) Digioia AM, Jaramaz B, Picard F, Nolte LP: *Computer and Robots Assisted Knee and Hip Surgery*. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- 2) Moruzzi M, Cipolla C: *Salute e Società*. Milano: ed. Franco Angeli, 2005: suppl. 3:130-39.
- 3) Rovetta A: *World Teleconference "Infopoverty"*. Politecnico di Milano, aprile 2004.
- 4) Satava RM: *Cyberurgery Advances Technologies for Surgical practice*. In Satava RM: *Protocols in General Surgery*. Sachier JM: Series Editor, 2000.
- 5) Tommasello F: *Ruolo della Telemedicina nella gestione delle emergenze neurochirurgiche*. Leadership Medica, 2005; n° 3:4-20.
- 6) Valle C, Popsynopulos V, Soluri A: *Progetto Strategico Robot in chirurgia*. Roma: CNR, 2003.

