

CESTER

ROBOTICA MEDICALA

CURS 2

ABORDARI INOVATIVE IN ROBOTICA CHIRURGICALA

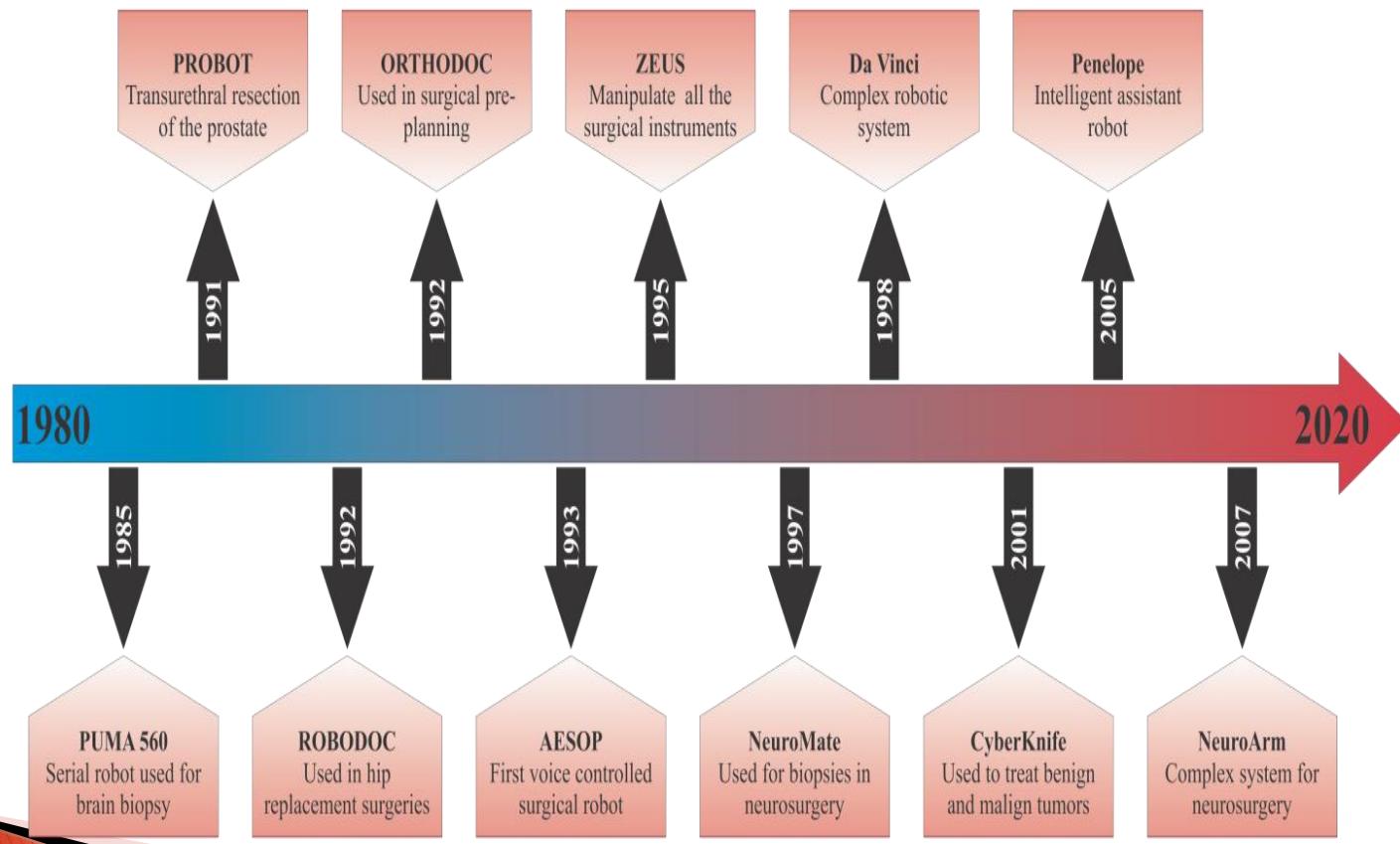
Prof. Dr.Ing. Doina PISLA

CUPRINS

- Etape importante în evoluția roboticii chirurgicale
- Evoluțiile din trecut
- Realizări din prezent
- Cum arată viitorul roboticii chirurgicale
- Rezumat

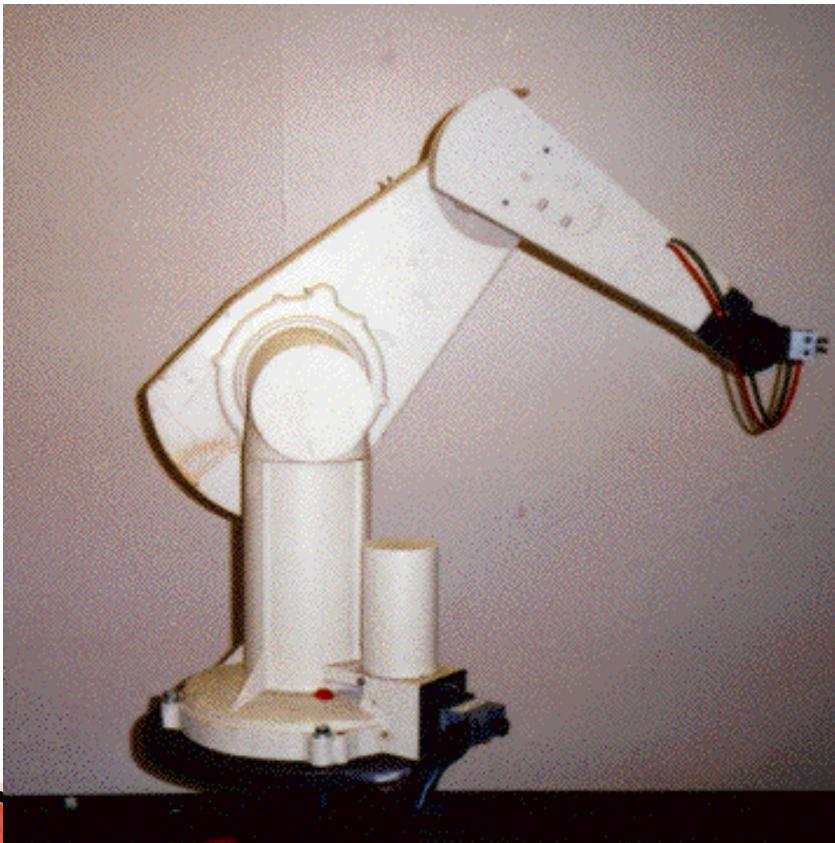


ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE



ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

Robotul Puma 560 (Kwoh et al, 1988)



-primul robot folosit pentru a pozitiona cu precizie un ac pentru biopsia creierului folosit în neurochirurgie sub ghidare CT

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

PROBOT (Davies et al, 1991)



-robot folosit pentru rezectia transuretrala de prostata

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

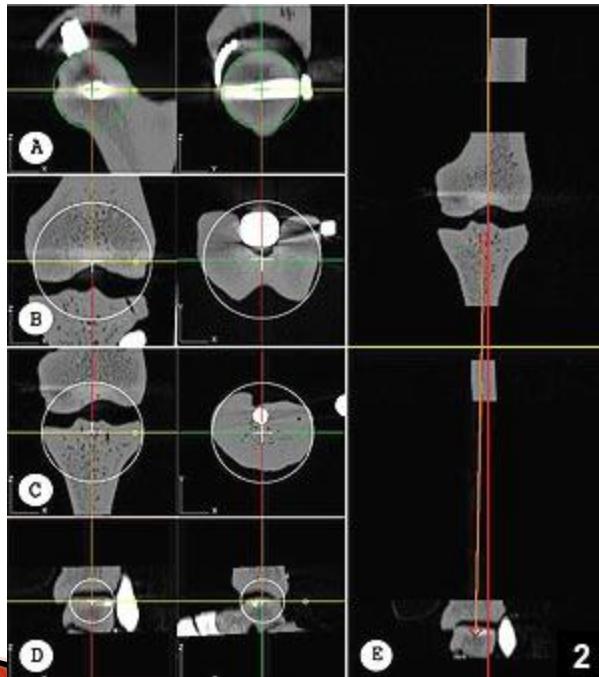
ROBODOC (Pransky, 1997)



- un sistem robotic proiectat pentru a modela femurul, cu o precizie mai mare in interventiile chirurgicale de inlocuire a soldului.
- primul robot aprobat de United States Food and Drug Administration (FDA) in 1998

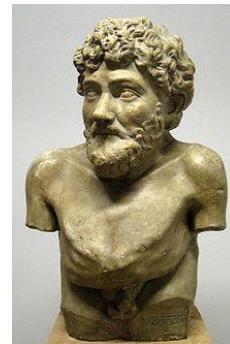
ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

ORTHODOC (Taylor et al, 1999)



-un software utilizat in pre-chirurgical a realizate de ROBODOC

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE



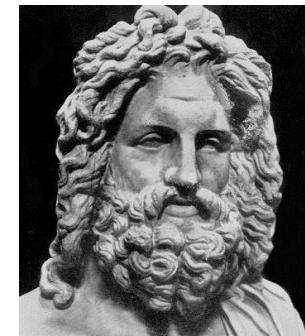
AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning) -1993 (Kraft et al, 2004, Long et al, 2006)



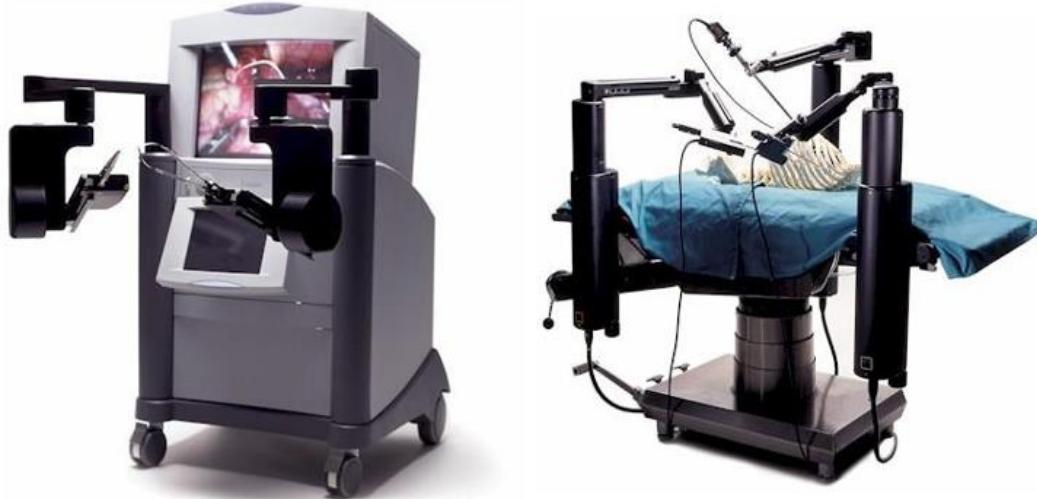
-initial actionat prin pedale iar mai tarziu prin comanda vocala.

-primul robot chirurgical controlat vocal!

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE



ZEUS (1998) (Marescaux, 2003)

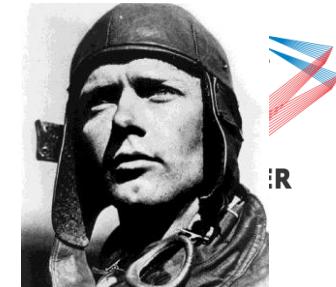


-sistem robotic capabil să manipuleze toate instrumentele chirurgicale primind comenzi date de un chirurg ce sta la o consolă.



Pentru prima data
conceptul MASTER- SLAVE!

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE



**Operatia telechirurgicala transatlantica Lindberg (2001)
(Marescaux et al, 2002)**



Prof. Marescaux,
in New York

Pacientul
in Strasbourg



ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

NEUROMATE (1997) (Varma 2006)



-utilizat pentru biopsiile neurochirurgicale



ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

Sistemul chirurgical Da Vinci

Consola dubla
da Vinci
(2009)



Sistemul da Vinci(1998)



Sistemul da Vinci (2006)



Consola dubla
da Vinci
(2009)

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

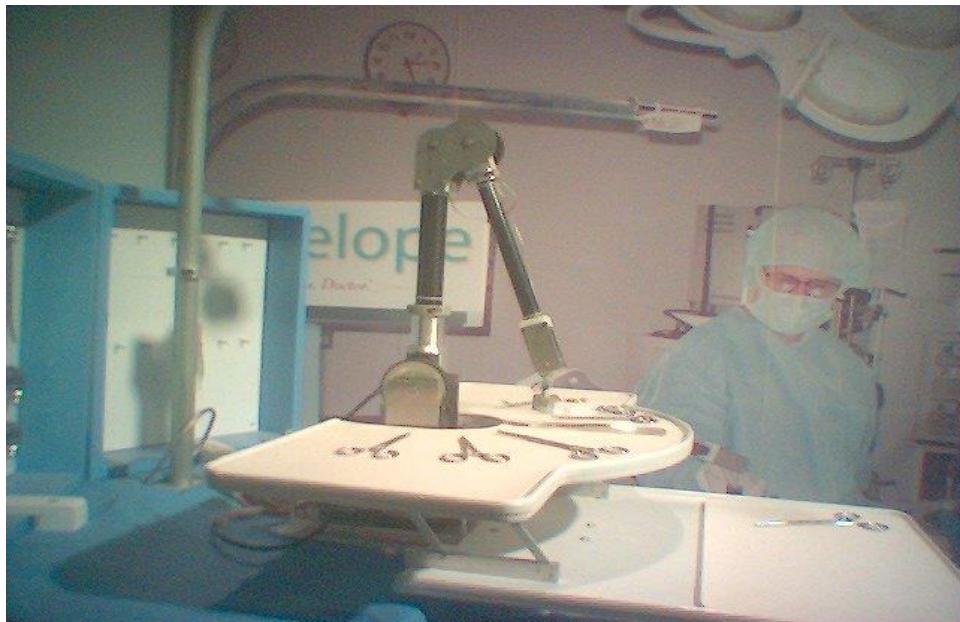
CyberKnife (2001) (Coste-Maniere et al, 2005)



-utilizat pentru a trata tumorile benigne și maligne sau pentru a efectua alte proceduri prin **radiații**

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

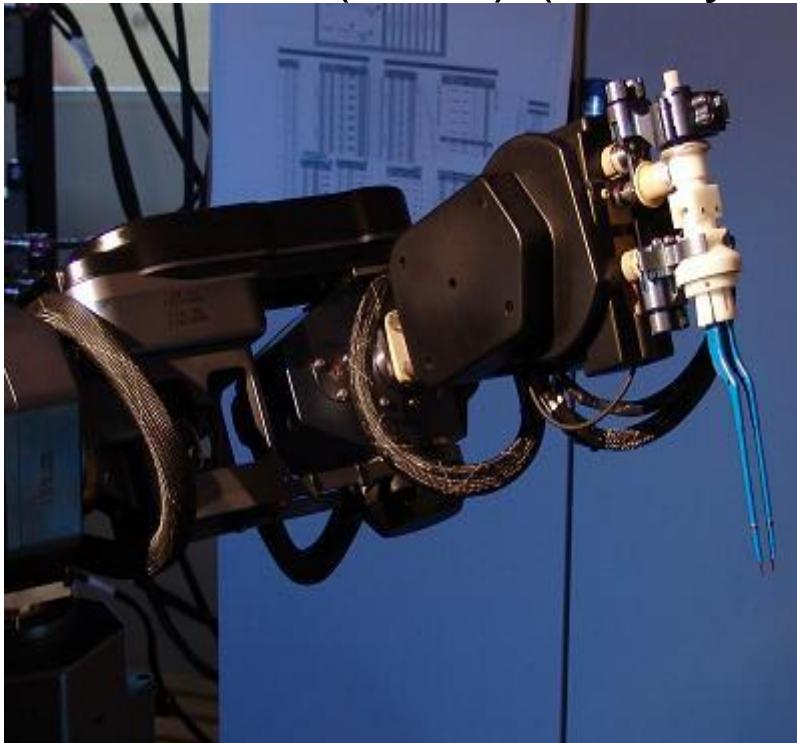
Penelope (2005) (Kochan, 2005)



- utilizat ca o asistentă de operație, care oferă instrumentele chirurgicale chirurgului în timpul unei proceduri.
- primul robot intelligent dotat cu:
 - auz;
 - vedere cu recunoașterea instrumentelor chirurgicale de pe masa de operări.
 - software de predicție privind necesarul de instrumente

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

NeuroArm (2007) (Pandya et al, 2009)



-cel mai complex sistem de neurochirurgie care funcționează precis cu capacitatele avansate de imagistica ale sistemelor RMN.

-primul robot RMN compatibil pe plan mondial!

ETAPE IMPORTANTE IN EVOLUTIA ROBOTICII CHIRURGICALE

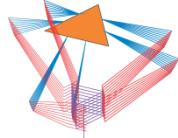
Sisteme complexe comerciale



Zeus Console

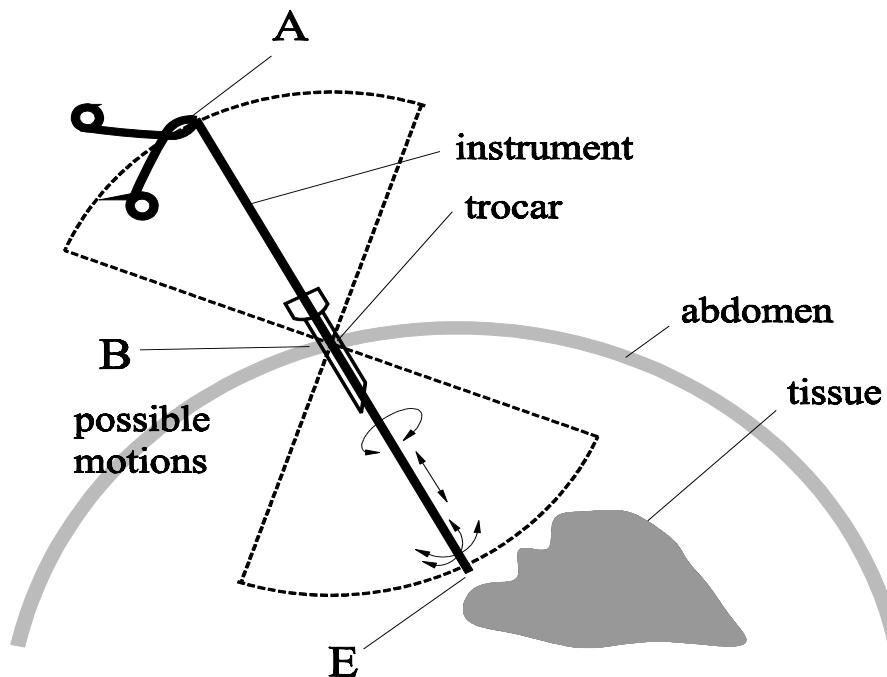


După fuziunea dintre companiile Intuitive Surgical și Computer Motion,
robotul ZEUS nu se mai produce!



EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

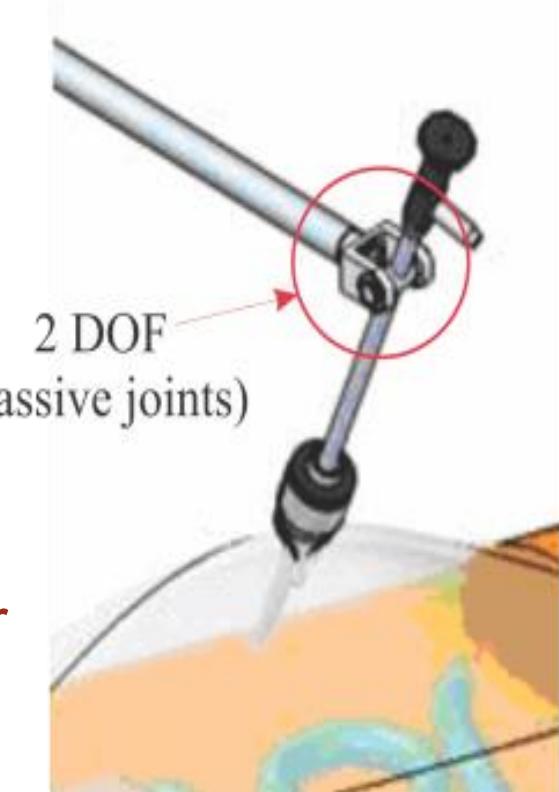
Caracteristici speciale ale roboților pentru MIS
cu centru de rotație variabil (Remote Center of Motion-RCM)
(Taylor et al, 1994)



EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

Grupa 1:

- Structura simpla 3-DOF
- Control simplistic
- Spatiul necesar salii de operatie redus
- Utilizeaza o cupla “**naturala**” 4-DOF
- **Incapacitatea** manipularii instrumentelor ce intra in contact direct cu tesuturile

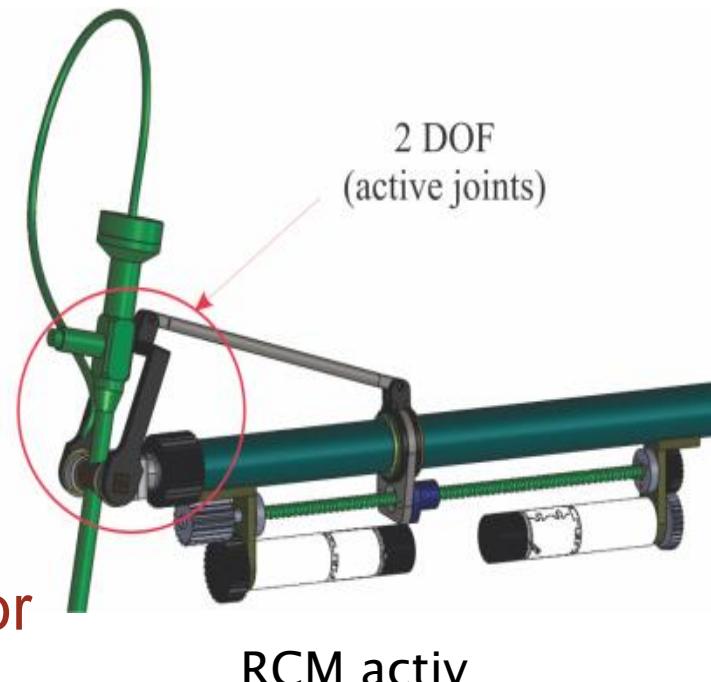


RCM pasiv

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

Grupa 2:

- Structura complexa
- Control dificil
- Spatiul ocupat mare
- Utilizeaza o cupla “virtuala” 4-DOF
- **capacitatea manipularii instrumentelor ce intra in contact direct cu tesuturile**



EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

Chirurgia asistata
robotic

Roboti pentru ghidare
laparoscop

Sisteme robotice
complexe

Roboti seriali

Roboti seriali

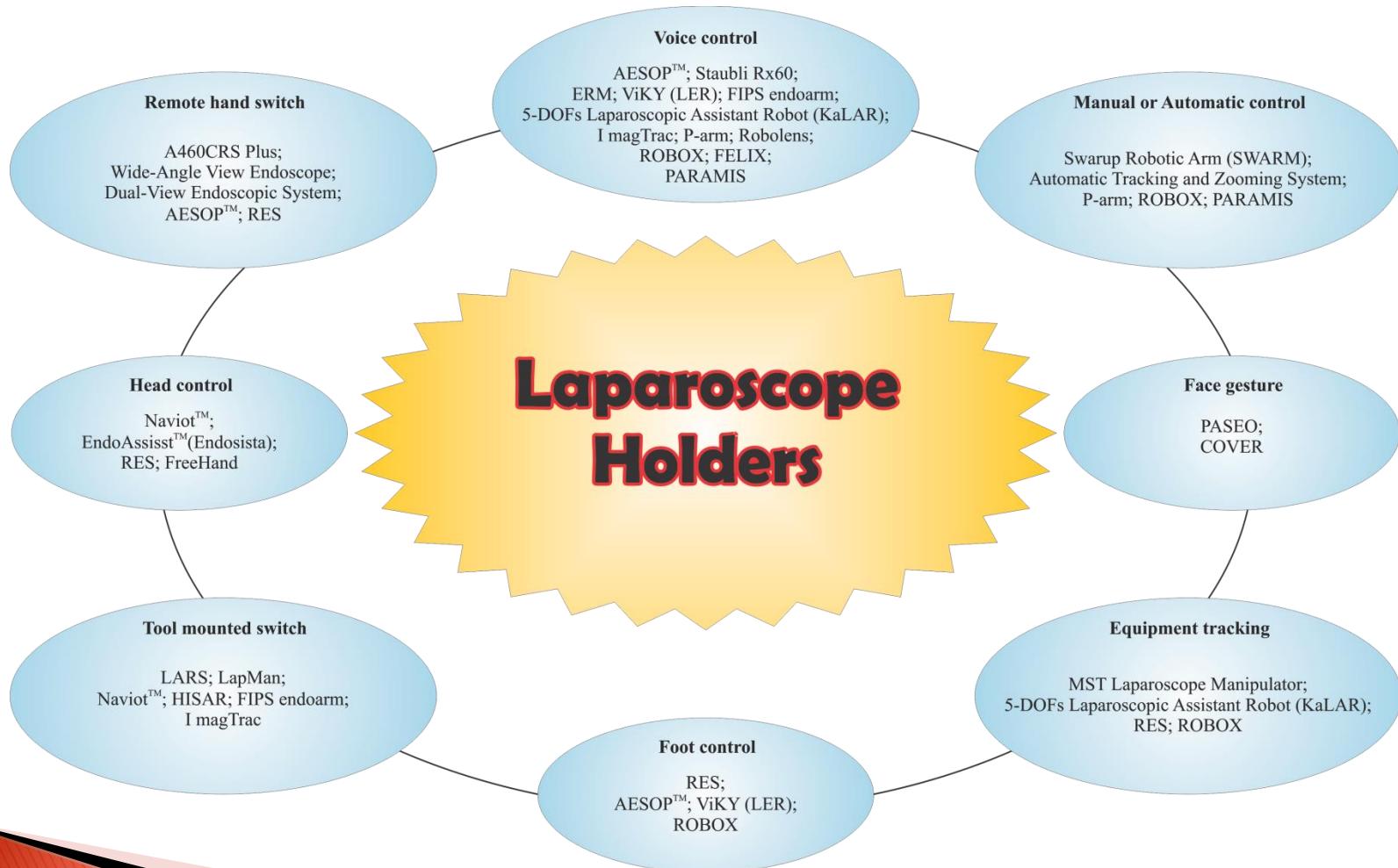
Roboti paraleli

Roboti paraleli

Roboti hibrizi

Roboti hibrizi

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT



EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning)-1993
(Kraft et al, 2004, Long et al, 2006)



-initial actionat prin pedale
iar mai tarziu prin comanda
vocala.

**-primul robot chirurgical
pentru pozitionarea camerei
controlat vocal!**

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

PAROMIS (Radermacher, et al. 2001)



- acesta este un manipulator de ghidare laparoscop, care a fost dezvoltat la Institutul Helmholtz Aachen, bazat pe o structură paralelă de tip hexapod

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

FreeHand (Finlay, P.A., 2009)



- un brat robotic care poziționează camera laparoscopica urmând mișcările capului chirurgului

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

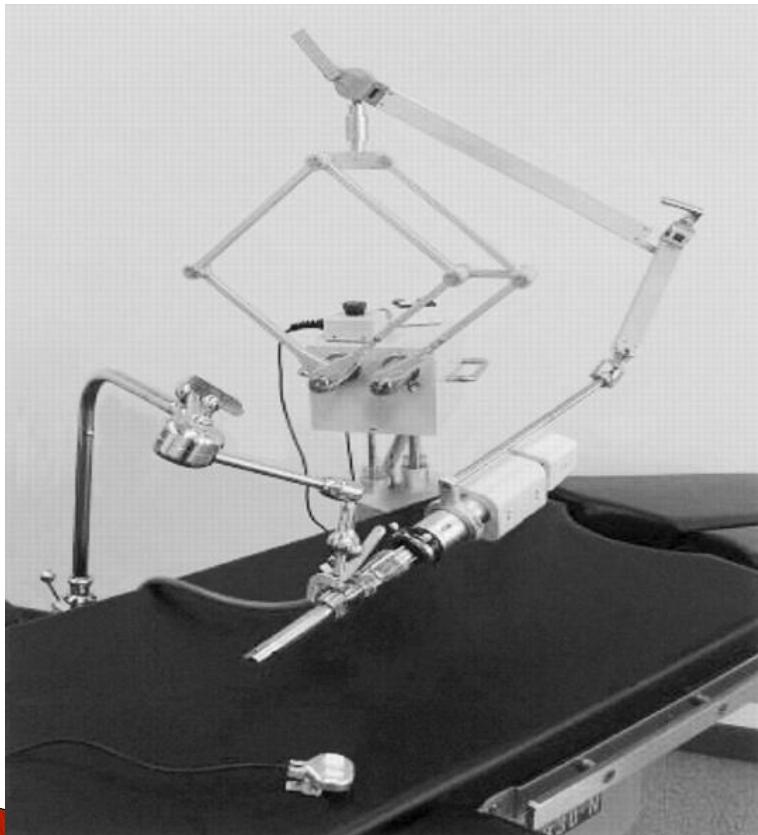
ViKY (2009, Gumbs, AA, 2007)



- un suport pentru laparoscop pentru poziționarea camerei cu control vocal, de picior și manual.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

Naviot (M. Hashizume and K. Tsugawa, 2004; T. Yasunaga et al., 2003)



- primul robot chirurgical dezvoltat vreodată în Japonia.
- se bazează pe un mecanism de legătură cu cinci bare, care dispune de două motoare independente. În plus, mecanismul de zoom ale laparoscopului a fost atașate acestui sistem manipulare.
- spatiul de lucru este de aproximativ 25° în ambele direcții verticale și orizontale.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

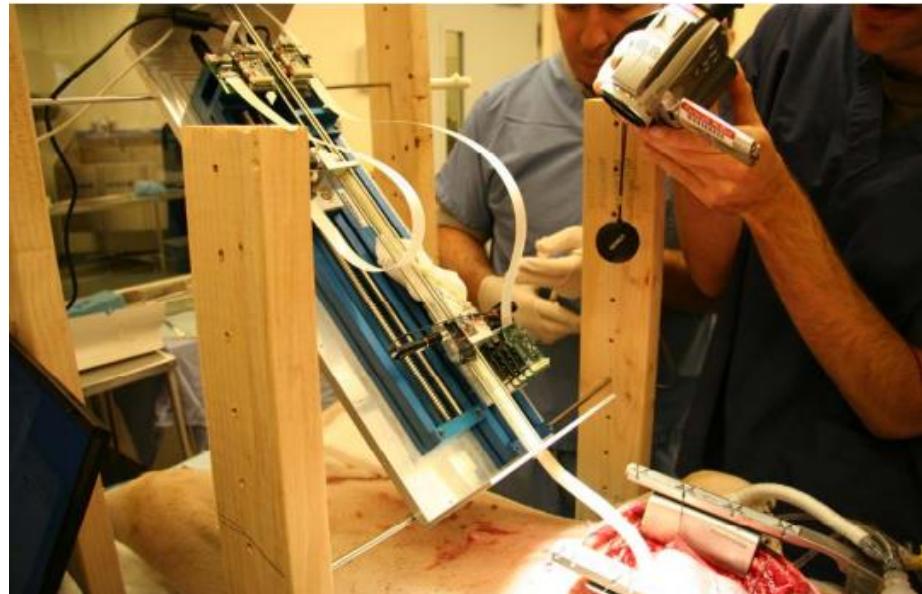
EndoAssist (Aiono et al, 2002)



-este o consolă cu 4 grade de libertate poziționată lângă pacient, controlat de asocierea controlului de picior și de miscare a capului prin intermediul tehnologiei infraroșu

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

Highly Articulated Robotic Probe for MIS (HARP) (Degani et al, 2006)



-un robot foarte flexibil pentru MIS, posibilitate de trecere prin volume bine ambalate fără a deranja organele din jur sau țesuturile.

-a fost conceput ca robot-flexibil utilizat în principal pentru chirurgia cardiacă.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

LAPMAN (Polet, Donnez, 2008)



-acesta este un suport pentru laparoscop dinamic cu 3 grade de libertate, ghidat de un joystick prins pe instrumentele laparoscopice sub degetul arătător al operatorului.

-acesta a fost testat cu succes în studii pilot în chirurgia laparoscopica ginecologica.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

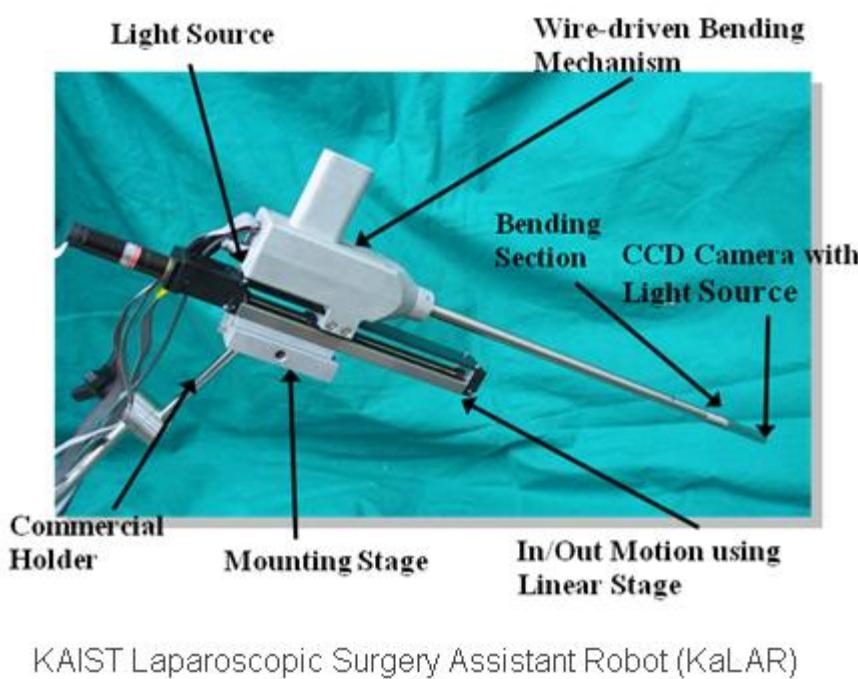
SOPHIE (2010) (Linda van den Bedem, 2010)



- ofera chirurgilor feedback tactil
- brațul robotului slave are 4-DOF și alte 4 sunt adăugate la instrumentele chirurgicale
- compact, dimensiuni mici
- controlul cu force-feedback este realizat

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

Compact Camera Assistant Robot for MIS – Kalar (Kim et al, 2004)



-acesta este un sistem laparoscopic robotic asistat cu 5-DOF. Acest sistem compact este conceput astfel încât unghurile de vizionare sunt ajustate în abdomen folosind o portiune de îndoire și astfel comenziile chirurgului descresc.

-inputul de comandă vizual și vocal sunt implementate pentru controlul robotului.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

PARAMIS (Plitea, 2007; Pisla, 2008; Vaida, 2009)



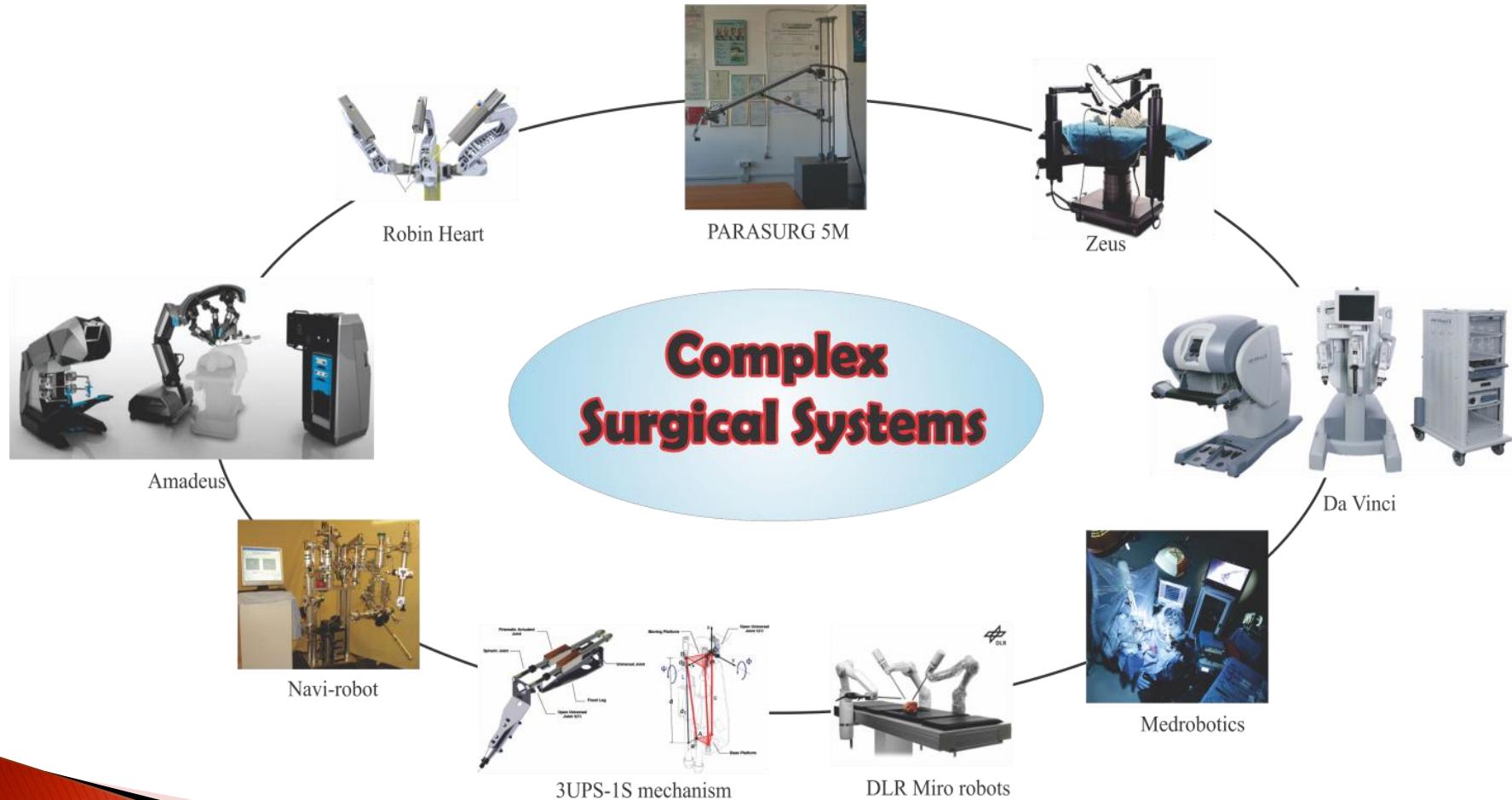
PARAMIS a efectuat în 2009, prima colecistectomie prezentata la Congresul Mondial de Chirurgie Endoscopica EAES 2009, Praga, Republica Cehă

-acesta este un robot paralel cu 3-grade de libertate, care a fost dezvoltat în România, utilizat pentru poziționarea camerei laparoscopice.

-inputul permite utilizatorului de a controla o zonă mare de poziționare a laparoscopului folosind interfețe diferite:

- joystick
- microfon
- tastatura & mouse
- dispozitiv haptic

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT



EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

AMADEUS (www.titanmedicalinc.com)



- este o platformă robotică chirurgicală cu 4 brațe. Folosind această platformă chirurgii sunt capabili să efectueze chirurgii robotice locale sau la distanță lungă pentru tratament sau antrenament, și poate comuta fără probleme între cele două opțiuni.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

DLR MiroSURGE (Hgn et al, 2009)



-alcătuit din trei roboți MIRO flexibili, care pot manevra instrumente minim invazive și un endoscop stereo, permitând, de asemenea, telechirurgia endoscopica cu force feedback.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

<http://www.medrobotics.com/index.html>

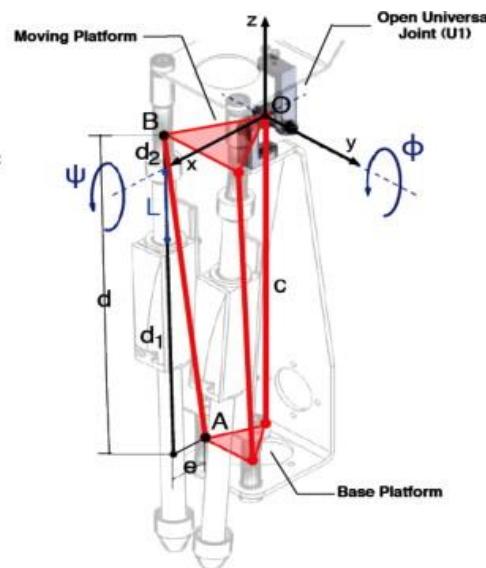
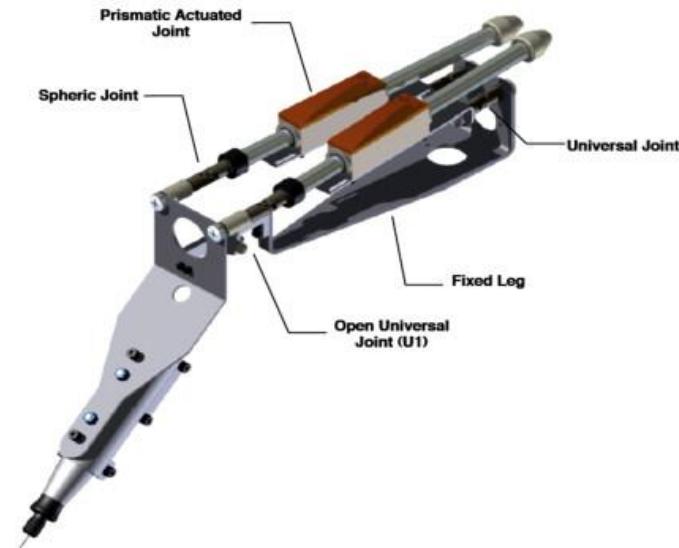


-un robot de flexibil, bazat pe o structură multi-link extrem de articulată, pentru chirurgia minim invaziva.



EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

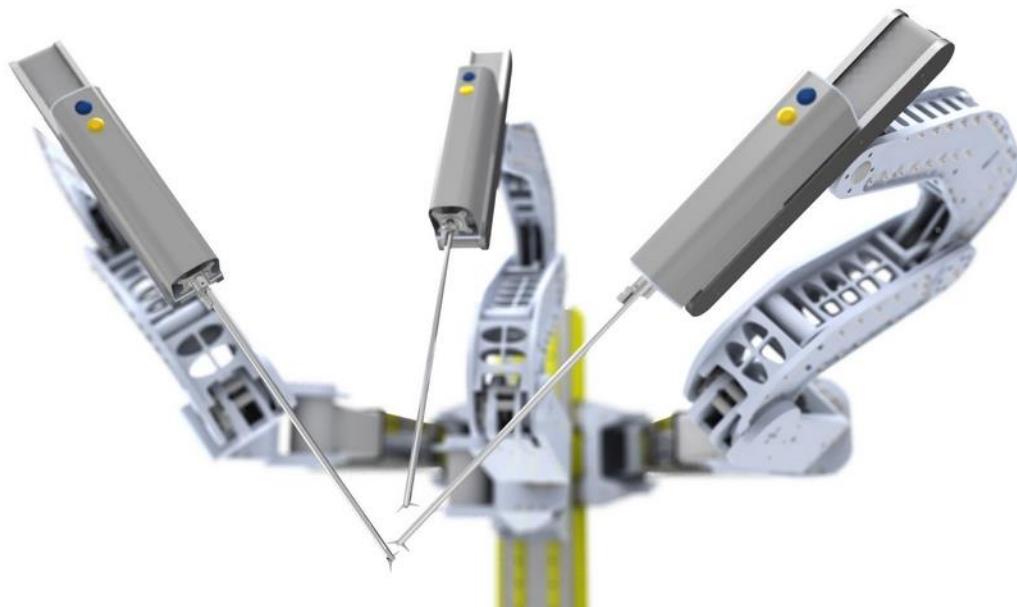
3UPS1S (Navaro et al, 2010)



-acesta este un dispozitiv robotic cu o arhitectură paralelă cu o cupla sferică inteligentă și mica proiectată pentru aplicații laparoscopice

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

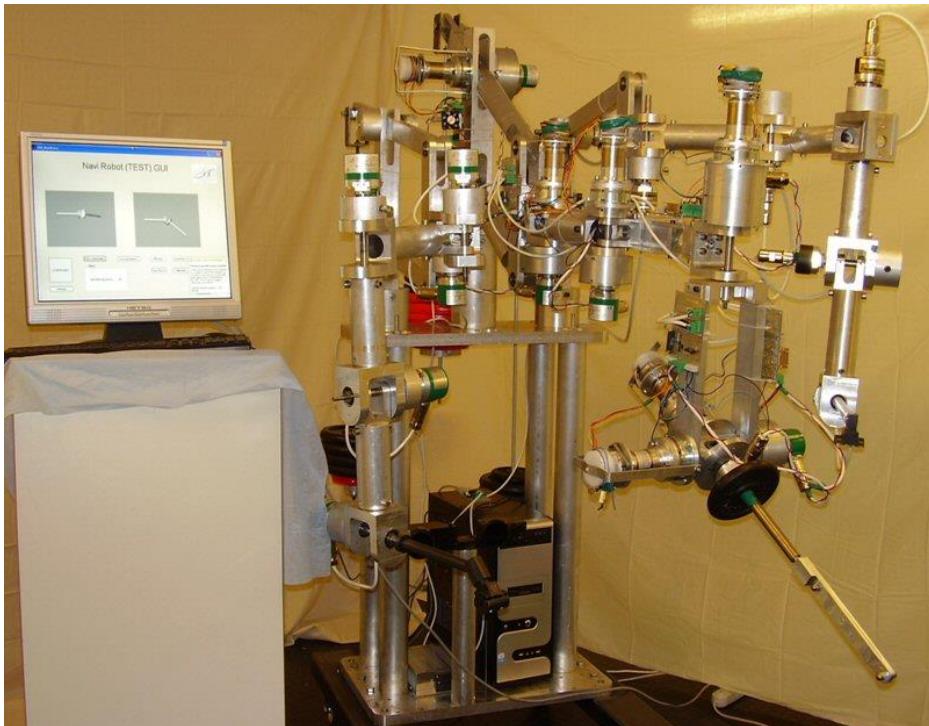
Robin Heart (Nawrat et al, 2006)



-sistem robotic pentru chirurgia cardiaca.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

Navi-Robot (Perelli et al, 2010)



-o structură modulară constând dintr-un sistem robotic cu trei brate, Navi-robot și un end-ejector, constând dintr-un mecanism paralel dublu cu 4 linkuri de legatura utilizat cu instrumente chirurgicale clasice.

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

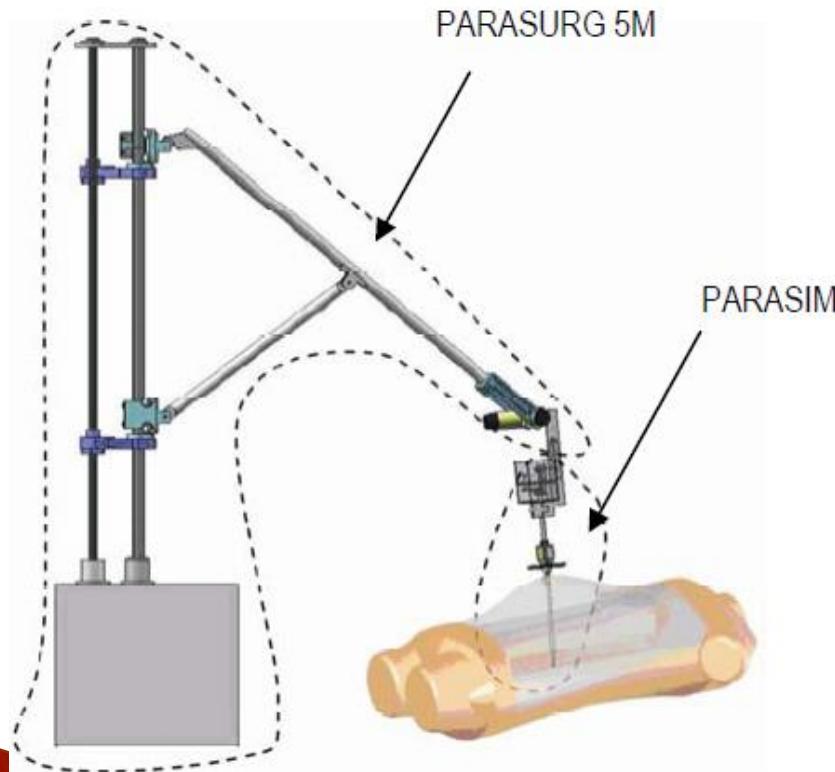
PARASURG-5M robot paralel hibrid (Pisla, 2010; Gherman, 2011)



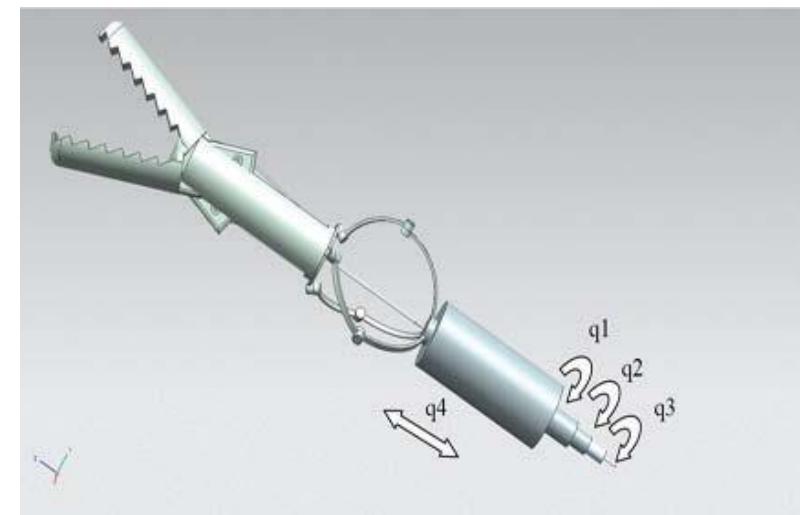
-este un brat robotic folosit pentru a ghida fie un laparoscop sau un instrument chirurgical activ

EVOLUTIILE DIN TRECUT SI PREZENT

Brat robotic chirurgical activ PARASURG-5M + PARASIM (Suciu et al, 2011)

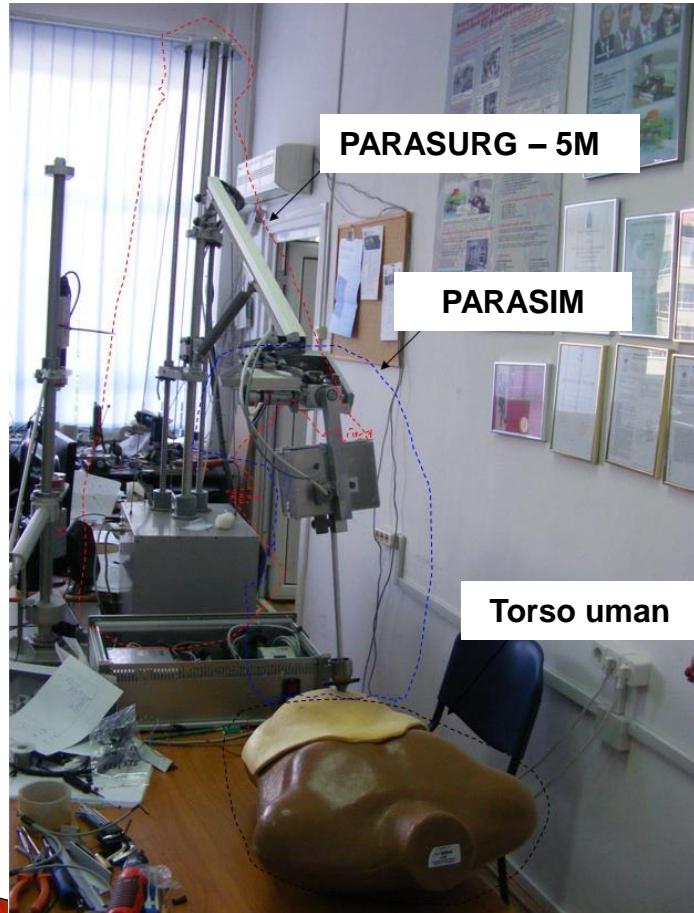


Robotul chirurgical PARASURG-9M



Detaliu asupra elemetului activ
PARASIM

Realizarea modelului experimental a robotului PARASURG-9M



Modelul experimental PARASURG 9M

24 Mai 2013



Conexiunea dintre
PARASURG 5M si PARASIM

Roboti utilizati simultan



CHIRURGIA ROBOTIZATA IN ROMANIA

2007-Programul National pentru Chirurgia Minim Invaziva Asistata Robotica

2008: 2 Spitale participante

-acopera costurile pentru:

- instrumente specifice (aprox. 2,000 Euro)**
- costul de service anual**

2009: 2 Spitale participante

- acopera costurile pentru :

- instrumente specifice (approx. 2,000 Euro)**
- costuri de training**
- costul de service anual**

2010: 3 Spitale participante

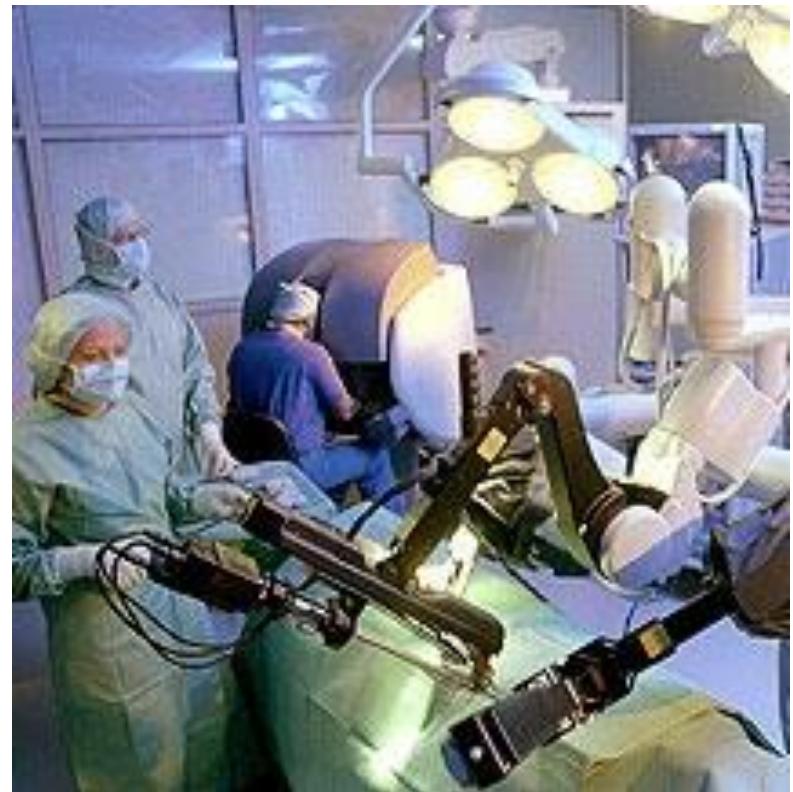
- acopera costurile pentru :

- instrumente specifice & accesorii**
- Service de sistem**

2011 4 Spitale participante

CHIRURGIA ROBOTIZATA IN ROMANIA

-acces la sistemul da Vinci pentru diferite specialitati (chirurgie generala, ginecologie



Institutul Clinic Fundeni

CHIRURGIA ROBOTIZATA IN ROMANIA

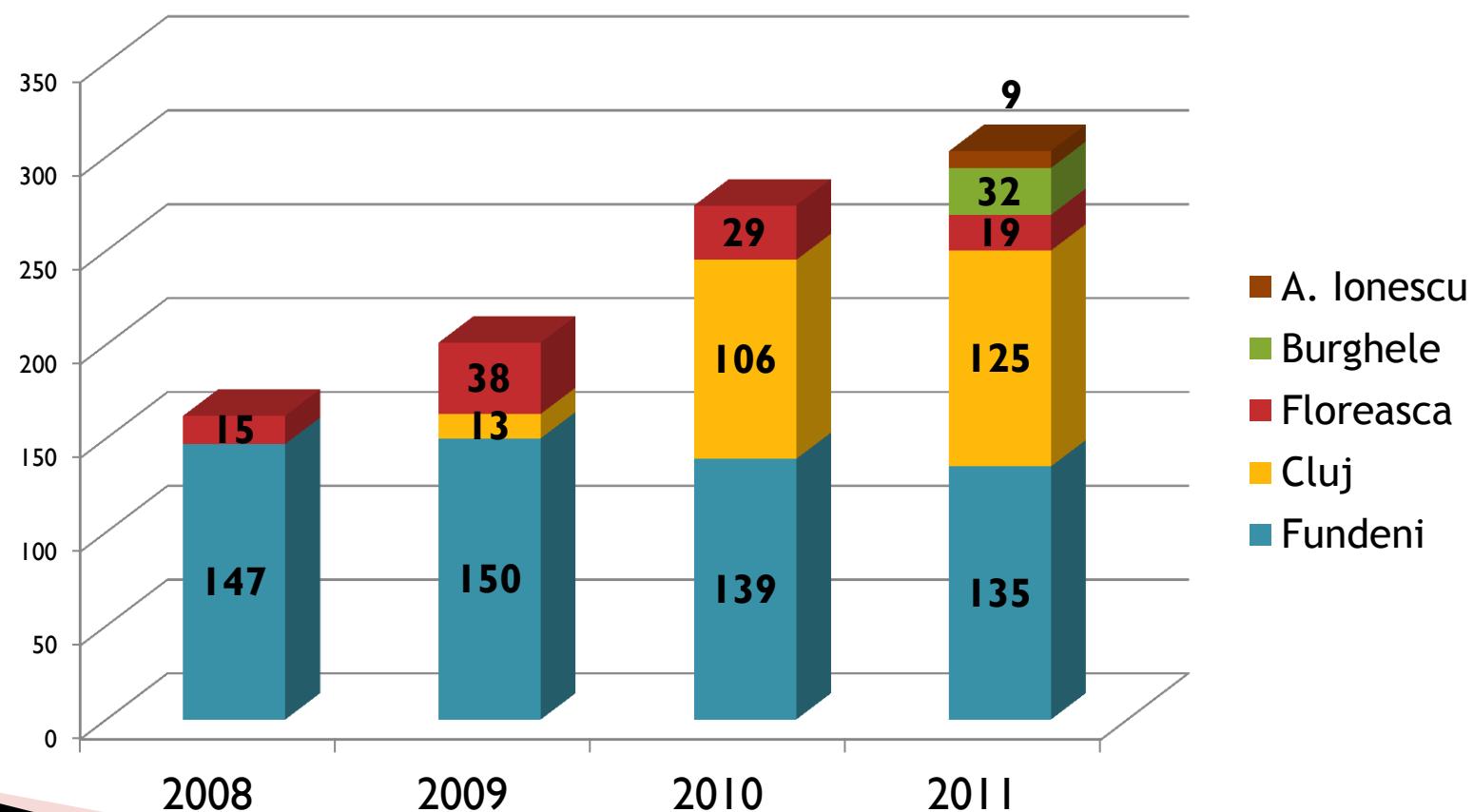


acces la sistemul
da Vinci pentru
diferite
specialitati
(chirurgie
generală,
urologie)
24 Mai 2013



**Centrul de Chirurgie
Urologica Robotizata
Clinica Spitalului Municipal,
Romania, Cluj-Napoca**

Evoluția anuală a procedurilor robotice pe spital



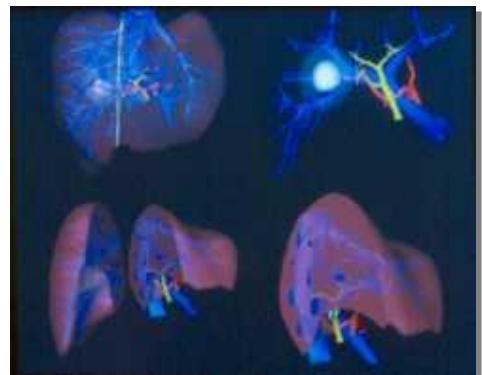
INTEGRAREA TOTALA A ABORDARII CHIRURGICALE



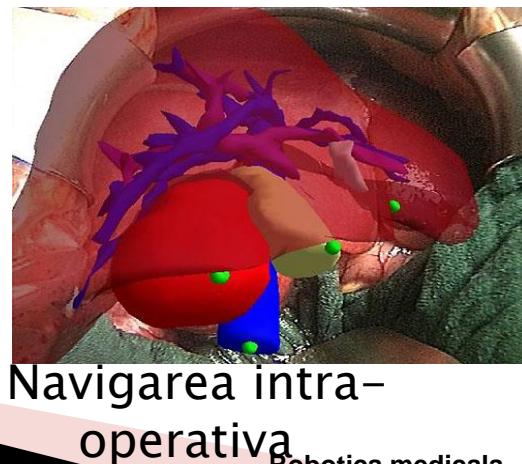
Tele-chirurgie



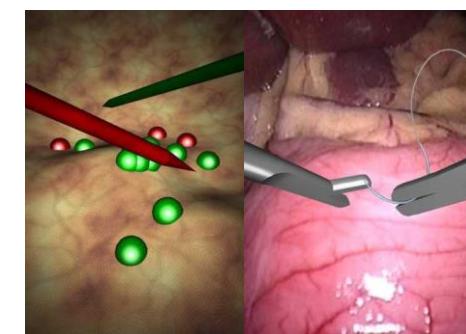
MIS



Planning preoperativ



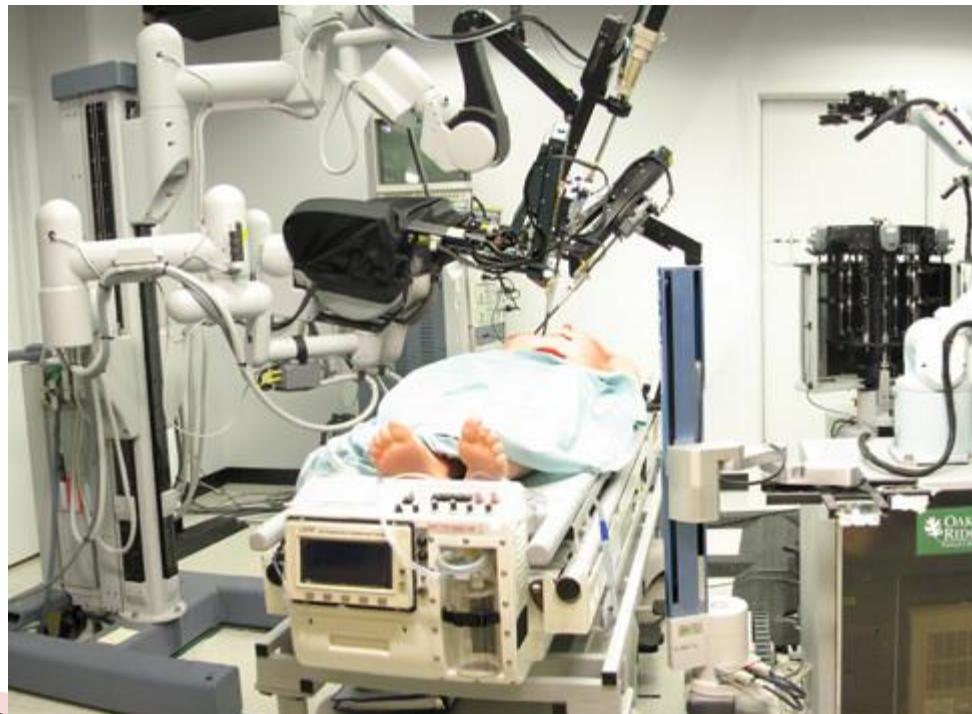
Navigarea intra-operativa



Simularea si antrenamentul
Telecontrolul

CUM ARATA VIITORUL ROBOTICII CHIRURGICALE

O primă privire înspre viitor este dată de echipa de cercetare de la SRI, cu al lor trauma-pod. Acest dispozitiv, destinat pentru intervenții de urgență în câmpul de luptă și o zone distante, pot efectua ingrijire chirurgicală, fără prezența fizică a medicilor..



CUM ARATA VIITORUL ROBOTICII CHIRURGICALE

Așteptările de la roboți viitorului

- Simțul tactil și de interpretare (feedback haptic)
- Miniaturizarea
- Orientare și interpretare Intraoperativă, ce va duce la încet spre autonomie
- Navigarea Intraoperativă (vizualizarea suprafetelor ascunse ale organelor)
- Multifunctionalitatea instrumentelor chirurgicale
- Instrumente SILS adaptate pentru chirurgie
- Vedere 3D
- Preț scăzut al sistemelor și consumabilelor
- Siguranță, și manuverabilitate
- Sterilizabilitate

CUM ARATA VIITORUL ROBOTICII CHIRURGICALE

O viziune asupra robotilor chirurgicali ai viitorului:

- În 10–20 ani roboți chirurgicali vor arăta ca și un vierme de lungime de 15–20 cm și 2–3 cm în diametru
- Conexiune Wireless spre consola chirugicală
- Acces la cavitatea peritoneală prin orificii naturale
- Utilizarea a mai multor brațe active în cadrul operațiilor
- Ieșirea prin aceeași incizie (cu sau fără țesutul îndepărtat)
- Sutură cu ajutorul brațelor active
- Indepartarea prin aceleasi orificii

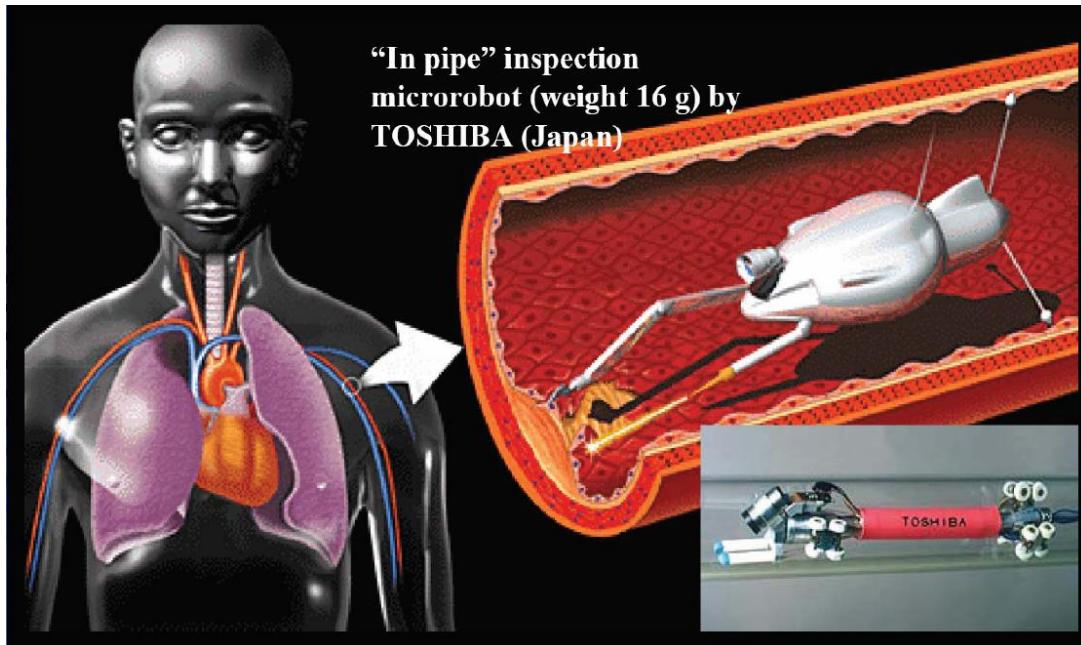
CUM ARATA VIITORUL ROBOTICII CHIRURGICALE

Viitorul Tele-roboticii

- Integrarea antrenamentului
 - Module Haptice
 - Colaborare
 - Compatibilitatea cu imagistica, Ultrasunete (HIFU), Ablație cu unde Radio (RFA)
 - Roboți ce pot fi trimiși pe teren pentru scopuri umanitare sau militare
 - Autonomie/Inteligentă limitată
- Chirugii speră ca viitorul roboticii chirurgicale să aparțină nanoroboticii și biomimeticii

CUM ARATA VIITORUL ROBOTICII CHIRURGICALE

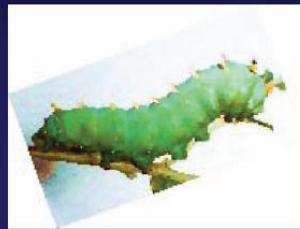
Microrobotii generatiei viitoare



„In pipe” microrobot de inspectie (Toshiba Corp, Japan)

CUM ARATA VIITORUL ROBOTICII CHIRURGICALE

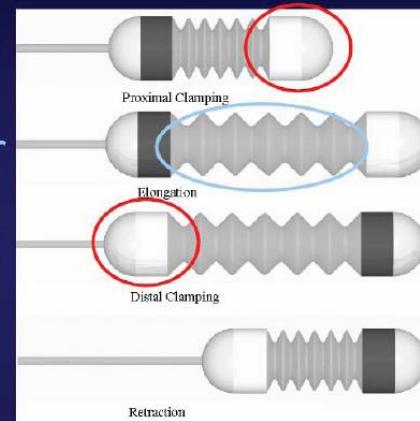
Roboti biomimetici ai generatiilor viitoare



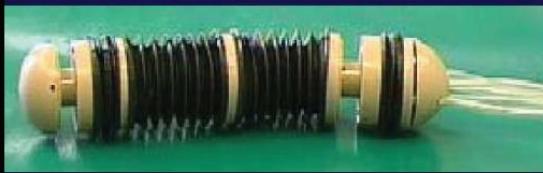
Distal clamper

Central elongator

Proximal clamper



(Intelligent
Microsystem
Center, Koreea)



Typical colonoscopy prototype

Diameter : 24 mm

Retracted Length : 115 mm

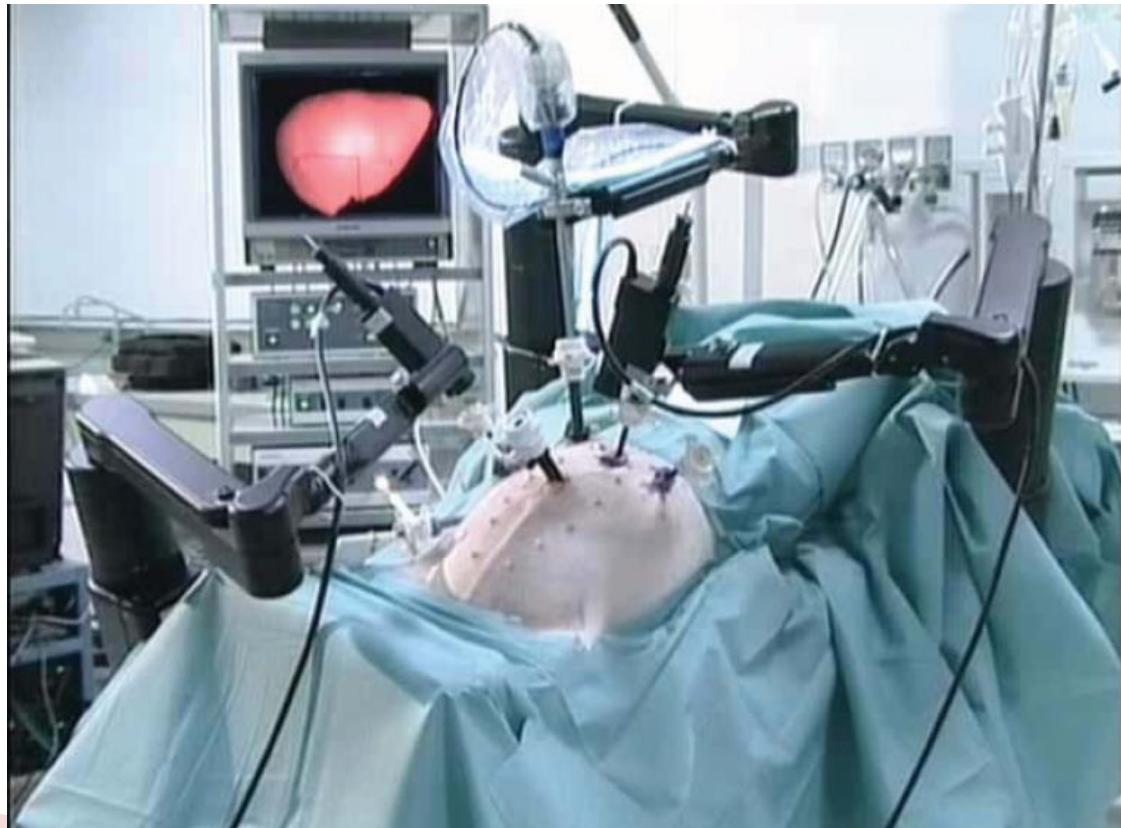
Elongated Length : 195 mm

Stroke: 80 mm

CUM ARATA VIITORUL ROBOTICII CHIRURGICALE

Viitorul chirurgiei?....

Operatii complet automate



IRCAD
INSTITUT DE RECHERCHES CLINIQUES DES ARMÉES / INSTITUT NATIONAL DE LA SANITÉ PUBLIQUE

REZUMAT

- În paralel cu evoluția continuă și descoperirea de noi tehnici chirurgicale minim invazive (MIS), evoluția tehnologiei a permis introducerea unor sisteme robotizate în sălile de operare
- Sistemele robotice realizate pentru o intervenție chirurgicală au arătat că există o evoluție continuă în acest domeniu de cercetare provocator și dificil.
- S-a demonstrat deja că chirurgia minim invaziva a îmbunătățit vechiul concept "primum non nocere – în primul rând, să nu faci rău"
- Chirurgia robotică extinde zona de intervenții chirurgicale efectuate de MIS
- Evoluția în această direcție va aduce beneficii neîndoienlice pentru pacienți și va contribui la îmbunătățirea calității vieții a oamenilor.

Intrebări

1. Etapele importante în robotica chirurgicală
2. Caracteristicile robotilor meicli pentru chirurgie.
3. Structurare.
4. Chirurgia robotica in Romania

Bibliografie

- ▶ B. Gherman et al., Development of inverse dynamic model for a surgical hybrid parallel robot with equivalent lumped masses, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 2, pp. 402–415, 2012.
- ▶ C. Vaida et al., Orientation module for surgical instruments – A systematical approach, *Meccanica*, Springer, published online, 14 august 2012.
- ▶ M. Hatzinger et al., Hans–Christian Jacobaeus (1879–1937): The inventor of human laparoscopy and thoracoscopy, *Urologe A*. 45(9):1184–6, 2006.
- ▶ H. C. Clarke, Laparoscopy—new instruments for suturing and ligation, *Fertil. Steril.* 23 (4): 274–7, 1972.
- ▶ K. Semm, Endoscopic Appendectomy, *Endoscopy* 15 (2): 59–64, 1983.
- ▶ R. Baile et al. Laparoscopic cholecystectomy. Experience with 375 consecutive patients, *Annals of surgery* 214(4):531, 1991.
- ▶ J. Perissat et al., Laparoscopic cholecystectomy: the state of the art. A report on 700 consecutive cases. *World journal of surgery* 16(6):1074–1082, 1992.
- ▶ RM. Satava, Surgical robotics: the early chronicles: a personal historical perspective. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 12:6–16, 2002.

Bibliografie

- ▶ B. Gherman et al., Singularities and workspace analysis for a parallel robot for minimally invasive surgery, 2010 IEEE International Conference on Automation Quality and Testing Robotics (AQTR), 28–30 May, Cluj–Napoca, Romania, pp. 1–6, ISBN: 978-1-4244-6724-2, 2010.
- ▶ R. Beira et al., Dionis: A novel Remote–Center–of–Motion Parallel Manipulator for Minimally Invasive Surgery, *Applied Bionics and Biomechanics*, [Vol. 8, No. 2, 2011.](#)
- ▶ T. Morvan et al., Collision detection and untangling for surgical robotic manipulators, *Int J Med Robotics Comput Assist Surg*, 5–3, pp. 233–242, 2009.
- ▶ YS. Kwoh et al. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. *IEEE Trans Biomed Eng.* 35:153–161, 1988.
- ▶ B. Davies, A review of robotics in surgery. *Proc Inst Mech Eng.* 214:129–140, 2000.
- ▶ BL. Davies et al., A surgeon robot for prostatectomies. In: Fifth International Conference on Advanced Robotics (ICAR), pp. 871–5, 1991.
- ▶ R. Taylor et al., A robotic system for cementless total hip replacement surgery in dogs. In: Second Workshop on medical and healthcare robotics, Newcastle-on-Tyne, September pp. 79–89, 1989.
- ▶ BM. Kraft et al., The AESOP robot system in laparoscopic surgery: Increased risk or advantage for surgeon and patient?", *Surgical Endoscopy*, 18–8, pp. 1216–23, 2004.
- ▶ JA. Long, et al., Use, of robotics in laparoscopic urological surgery: state of the art, *Prog Urol*, 16–1, 3–1, 2006.

Bibliografie

- ▶ J. Marescaux et al., Transcontinental robot-assisted remote telesurgery: feasibility and potential applications. Ann Surg 235: 487–492, 2002.
- ▶ http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2005_Groups/04/history.html.
- ▶ E Coste-Maniere et al., Robotic Whole Body Stereotactic radiosurgery: Clinical Advantages of the CyberKnife Intergated System, Robotics online, 2005.
- ▶ A. Kochan, Scalpel please, robot: Penelope's debut in the operating room", Industrial Robot: An International Journal, Vol. 32 Iss: 6, pp.449 – 451, 2005.
- ▶ R. H. Taylor et al., Remote center-of-motion robot for surgery, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Volume 11, Issue 4, Page II, 1994.
- ▶ J. Arata, et al, Neurosurgical robotic system for brain tumor removal, Int J CARS, Vol. 6, pp. 375–385, 2011.
- ▶ M. Turner et al., Systematic Process for Constructing Spherical Four-Bar Mechanisms. ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 2005.
- ▶ P. Vischer P, R. Clavel, Argos: a novel 3–DoF parallel wrist mechanism. The International Journal of Robotics Research, Multimedia Archives, 19(1):5, 2000.
- ▶ R. Ur-Rehman, et al., Kinematic and Dynamic Analysis of the 2-DOF Spherical Wrist of Orthoglide 5-axis, 3rd Int. C. Design and Modelling of Mech Syst, CMSM 2009.
- ▶ K. Taniguchi et al, Classification, Design and Evaluation of Endoscope Robots, Robot Surgery, 172, 2010.

Bibliografie

- ▶ PAROMIS project developed by the Helmholtz Institute for Biomechanical Engineering, of the RWTH Aachen.
- ▶ P. A. Finlay, A New Miniature Manipulator for Laparoscopic Camera Control, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Germany, DOI 10.1007/978-3-642-03906-5_34, 2009.
- ▶ A. Gumbs et al., Totally Transumbilical Laparoscopic Cholecystectomy, in J. Gastrointest Surg, 13:533–534, 2009.
- ▶ S. Voros et al., ViKY Robotic Scope Holder: Initial Clinical Experience and Preliminary Results Using Instrument tracking, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 15, Issue 6, pp. 879 – 886, 2010.
- ▶ M. Hashizume and K. Tsugawa, Robotic Surgery and Cancer: the Present State, Problems and Future Vision, Jpn J Clin Oncol, 34(5):227237, 2004.
- ▶ T. Yasunaga et al., Remote-controlled laparoscope manipulator system, Naviot, for endoscopic surgery, International Congress Series, Volume 1256, pp. 678–683, June 2003.
- ▶ S. Aiono et al., Controlled trial of the introduction of a robotic camera assistant (EndoAssist) for laparoscopic cholecystectomy. Surg Endosc, 16–9, pp. 1267–70, 2002.
- ▶ A. Degani et al., Highly Articulated Robotic Probe for Minimally Invasive Surgery, Robotics and Automation, Orlando, pp. 4167–4172, 2006.

Bibliografie

- ▶ P. Berkelman, et al., A compact, compliant laparoscopic endoscope manipulator, IEEE International Conference, 2, pp. 1870 – 1875, 2002.
- ▶ R. Polet, J. Donnez, Using a Laparoscope Manipulator (LapMan©) in Laparoscopic Gynecological Surgery, Surg. Tech. XVII, 17, pp. 187–191, 2008.
- ▶ www.roboticstrends.com/research_academics/article/new_robot_with_force_feedback_promises_better_surgery.
- ▶ K. Taniguchi, et. al., COVER: compact oblique-viewing endoscope robot for laparoscopic surgery, Int J of Comp Assisted Radiology and Surgery, 1, pp.207–209, 2006.
- ▶ J. Kim et al., Compact camera assistant robot for minimally invasive surgery: KaLAR, Proceedings of 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and systems September 28–October 2, 2587–2592 Sendai , 2004
- ▶ J. Long, et. al.: Development of the miniaturized endoscope holder LER (Light Endoscope Robot) for laparoscopic surgery, Journal of Endourology 21–8, pp. 911–4, 2007.
- ▶ Biomed Homepage, <http://biomed.brown.edu>, 2010.
- ▶ Intuitive Surgical Homepage, www.intuitivesurgical.com.
- ▶ Titan Medical Homepage, www.titanmedicalinc.com.
- ▶ U. Hagn, et al, DLR MiroSurge: a versatile system for research in endoscopic telesurgery, Int. J. of Computer Assisted Radiology and Surgery, 5–2,pp. 183–193, 2009.
- ▶ Medrobotics, <http://www.medrobotics.com/index.html>

Bibliografie

- ▶ J.S. Navarro et al., M. Almonacid, Kinematics of a robotic 3UPS1S spherical wrist designed for laparoscopic applications, Int J. of Medical Robotics, 6(3), pp. 291–300, Sep. 2010.
- ▶ Z. Nawrat, P.Kostka, Polish cardio-robot Robin Heart. System description and technical evaluation, Int J MedRobotics Comput Assist Surg, 2-1, pp. 36–44, 2006.
- ▶ M. Perrelli, et al., Robotic Control of the Traditional Endoscopic Instrumentation Motion, New Trends in Mechanism Science: Analysis and Design, pp. 449–456, 2010.
- ▶ D. Pisla, N. Plitea, C. Vaida, Kinematic Modeling and Workspace Generation for a New Parallel Robot Used in Minimally Invasive Surgery, In Advances in Robot Kinematics, DOI 10.1007/978-1-4020-8600-7_48, 2008.
- ▶ C. Vaida, et.al, Development of a Control System for a Parallel Robot used in Minimally Invasive Surgery, in IFMBE Proceedings Series, ISSN 1680-0737, 2009.
- ▶ D. Pisla, et al. Kinematic Modelling of a 5-DOF Hybrid Parallel Robot Designed For Laparoscopic Surgery, Robotica, 2011, online 10 January 2012.
- ▶ D. Pisla, D. et. al. Parasurg Hybrid Parallel Robot for MIS, Chirurgia (Bucur), 106: 619–625,Nr. 5. 2011.
- ▶ M. Bessler et al, Pure natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) cholecystectomy, Surg Endosc.24:2316–2317, 2010.
- ▶ K. Ahmed et al, The role of single-incision laparoscopic surgery in abdominal and pelvic surgery: a systematic review, Surg Endosc 25:378396, 2011.

Bibliografie

- ▶ M.M. Desai et al, Single-port transvesical simple prostatectomy: initial clinical report, Urology 72:960–965, 2008.
- ▶ F. Daghia et al., A non isothermal Ginzburg–Landau model for phase transitions in shape memory alloys, Meccanica, Vol: 45:797–807, 2010.
- ▶ JR. Clarke, Designing safety into the minimally invasive surgical revolution, Surg Endosc 23:216–220, 2009.
- ▶ F. Graur, et al, Ethics in Robotic Surgery and Telemedicine, New Trends in Mechanism Science, Mechanisms and Machine Science, Vol. 5 457–465, 2010.
- ▶ World Medical Association Statement on Accountability, Responsibilities and Ethical Guidelines in the Practice of Telemedicine, Adopted by the 51st World Medical Assembly Tel Aviv, Israel, October 1999 and rescinded at the WMA General Assembly, Pilanesberg, South Africa, 2006.