

ASPECTS REGARDING THE CONSTRUCTION AND OPERATION OF SURGICAL ROBOTS

BOTA Alexandru și TĂNASE Bianca – Cristiana

Facultatea: Transporturi, Specializarea: Ingineria Transporturilor și a Traficului, Anul de studii ID,
e-mail: bianca_cristiana2001@yahoo.com

Conducători științifici: Conf. dr. ing. **Iulian TABĂRĂ**, As. dr. ing. **Alexandra ROTARU**

ABSTRACT: *Surgical robots give doctors easier access to unreachable areas of patients' bodies, using precise and less invasive devices. Robotic surgery can be applied in all surgical specialties, but especially in branches such as gynecology, urology and general surgery. The daVinci Xi robot is a computerized system designed to streamline and improve the surgeon's performance in the operating room. It brings amazing benefits for both surgeons and patients. The daVinci Xi represents the latest technology in terms of robots used in surgery. This paper aims to present some basic aspects related to surgical robots, especially the daVinci Xi robot, which will highlight their role and benefits both patients and surgeons.*

“Coninuetur remedia” - Let the medicine be continued.

CUVINTE CHEIE: roboți chirurgicali, chirurg, pacient, robotul daVinci Xi.

1. Introducere

Chirurgia robotică reprezintă o metodă care s-a dezvoltat considerabil și este cea mai avansată tehnică chirurgicală minim-invazivă, aducând un aport mare de avantaje în ceea ce privește efectuarea unor operații complexe cu o mai mare precizie, flexibilitate și control. Astfel, aceasta a câștigat din ce în ce mai mult teren în privința pacientului, cât și chirurgului care o practică. Chirurgia robotică poate fi aplicată în toate specialitățile chirurgicale, dar mai ales în ramuri precum ginecologia, urologia și bariatrică.[5]

Utilizarea chirurgiei robotice aduce o serie de avantaje remarcabile, atât pacienților cât și chirurgilor. Referitor la beneficiile pacienților se pot menționa următoarele: recuperare rapidă a acestora, implicând totodată spitalizarea de scurtă durată cu reluarea rapidă a activității cotidiene, ceea ce reduce costurile. De asemenea, hemoragia este minimă, iar necesarul de transfuzii de sânge este foarte scăzut. Durerea postoperatorie este de intensitate mică, riscul de infecții este scăzut, deoarece poarta de intrare a bacteriilor prin plaga cu dimensiuni de ordinul milimetrilor este redusă, iar cicatricile sunt minime. Aceste avantaje oferă pacienților o bună calitate a vieții, astfel aspectul estetic postoperator și disconfortul de intensitate minimă cresc încrederea și aderența pacienților la acest tip de chirurgie.

Pe de altă parte, un beneficiu apreciabil pentru chirurg este reprezentat de curba de învățare mult mai redusă, aceasta reprezentând numărul de intervenții chirurgicale realizate de către un chirurg necesar dobândirii dexterității chirurgicale, succesului operator și timpului operator optim. De multe ori, în cazul intervențiilor care durează foarte mult, oboseala chirurgului poate avea implicații serioase asupra pacientului. Datorită faptului că medicul chirurg acționează robotul de la distanță, prin intermediul unei console, acesta nu suferă fenomenul de fatigabilitate, fapt ce îi permite menținerea aceluiași nivel de atenție pentru o perioadă mai îndelungată de timp.

Instrumentele au dimensiuni de ordinul milimetrilor, sunt articulate și mimează mișcările articulației încheieturii mâinii chirurgului, reproducând cu exactitate procedura la nivelul campului operator. În acest mod, chirurgul efectuează manevre fine, precise și de foarte mare acuratețe în interiorul corpului pacientului, reducând nivelul de traumă mecanică la nivelul țesuturilor și realizând o disecție impecabilă. În plus, sistemul robotic reduce tremorul prezent în mod normal în timpul mișcărilor mâinii, aducând astfel un mare plus calității manoperei chirurgicale, iar sistemul rapid de interschimbare al instrumentelor în timpul intervenției chirurgicale ajută la reducerea timpului operator.

La început, chirurgia robotică presupune costuri mai mari: achiziția unei tehnologii scumpe și pregătirea chirurgilor, urmând cheltuieli crescute de service și de consumabile. Dar o utilizare coerentă a acestei tehnologii aduce următoarele beneficii financiare: o rata mai redusă a complicațiilor postoperatorii (înregistrată la operațiile robotice) reduce costurile de reintervenție sau reinternare, iar reinsertia profesională precoce a pacienților reduce pierderile pentru angajator.[6]

Această lucrare urmărește prezentarea unor detalii generale referitoare la construcția și funcționarea roboților chirurgicali, amintind de avantajele acestora. De asemenea, sunt prezentate o scurtă evoluție a roboților medicali în România și principalele caracteristici ale robotului daVinci Xi.

2. Stadiul actual

2.1. Prezentare generală

Roboții industriali se împart în general în două categorii: seriali și paraleli (vezi tabelul 1). Mulți dintre roboții medicali s-au dezvoltat, până în prezent, pe baza unor structuri seriale. (vezi figura 1) pentru aplicații medicale datorită următoarelor avantaje:[7]

- ✓ Precizie foarte bună de poziționare;
- ✓ Rigiditate ridicată;
- ✓ Structura în lanț închis asigură prelucrarea sarcinilor active și pasive mult mai eficient, rezultând masă mică în deplasare;
- ✓ Erori și imprecizii scăzute;
- ✓ Comportament dinamic foarte bun chiar și la viteze și accelerații mari;
- ✓ Separarea elementelor motoare de acționare de spațiu de lucru.

Tabelul 1. Roboți paraleli vs. roboți seriali

CARACTERISTICA	ROBOȚI SERIALI	ROBOȚI PARALELI
Lanț cinematic	Deschis	Închis
Cuple utilizate în construcție	Active	Active și pasive
Modelarea cinematică directă	Simplă cu soluție unică	Complexă, de multe ori cu soluție multiplă
Modelarea cinematică inversă	Complexă, de multe ori cu soluție multiplă	Simplă
Erorile din cuple	Cumulative	Necumulative

Singularități	Pierderea unor grade de mobilitate	Pierderea sau câștigarea unor grade de mobilitate
Domeniul de singularități	Pe învelitoarea spațiului de lucru	Pe învelitoarea și în interiorul spațiului de lucru

Tabelul de mai sus ilustrează caracteristicile esențiale din punct de vedere al cinematicii pentru roboți seriali și paraleli. Roboții paraleli sunt definiți în terminologia pentru știința mecanismelor și a mașinilor ca manipolatoare care controlează mișcarea end-effectorului prin intermediul unor lanțuri cinematice paralele. Constituiți dintr-o succesiune de corpuri solide, fiecare fiind legat de corpul precedent și succesiv printr-o cuplă cu un grad de libertate acești roboți se mai numesc și roboți seriali.[2]



Fig.1. Surgiscope - robot paralel (tip DELTA) utilizat pentru poziționarea de mare precizie a instrumentelor în timpul operațiilor

În România s-au efectuat 580 de intervenții cu ajutorul chirurgiei robotice, din care 400 de Institutul Fundeni, 100 la Spitalul Floreasca și 80 la Cluj, adică în cele trei centre din țară unde se practică această tehnică. De asemenea, chirurgia robotică, în România, a început să fie aplicată în mod sistematic din anul 2008. În prezent, chirurgia robotică se efectuează cu succes și în alte două centre - Spitalul de Urgență Floreasca din București și Spitalul Municipal din Cluj-Napoca, abordându-se o gamă largă de procedee de chirurgie generală, urologică, ginecologică, toracică.[8]

2.2. Robotul daVinci Xi

Primul Program Integrat de Chirurgie Minim Invazivă și Robotică din România, o inițiativă inovatoare pentru sistemul medical privat din România se bazează pe doi roboți daVinci Xi – unul este folosit pentru efectuarea intervențiilor chirurgicale propriu-zise, iar cel de-al doilea în pregătirea chirurgilor pentru utilizarea acestui robot.[9]. Robotul s-a utilizat în multe spitale din București, printre care se pot menționa Spitalul Monza, Institutul Clinic Fundeni, Spitalul Ponderas.

Versiunea Xi a robotului daVinci (vezi figura 2) beneficiază de vedere tridimensională (3D) la o calitate superioară (HD), oferă posibilitatea de mărire a imaginilor de peste 10 ori, deține 4 brațe multifuncționale, cărora li se atașează instrumente chirurgicale, capabile să se rotească în 7 direcții, la 540 de grade.

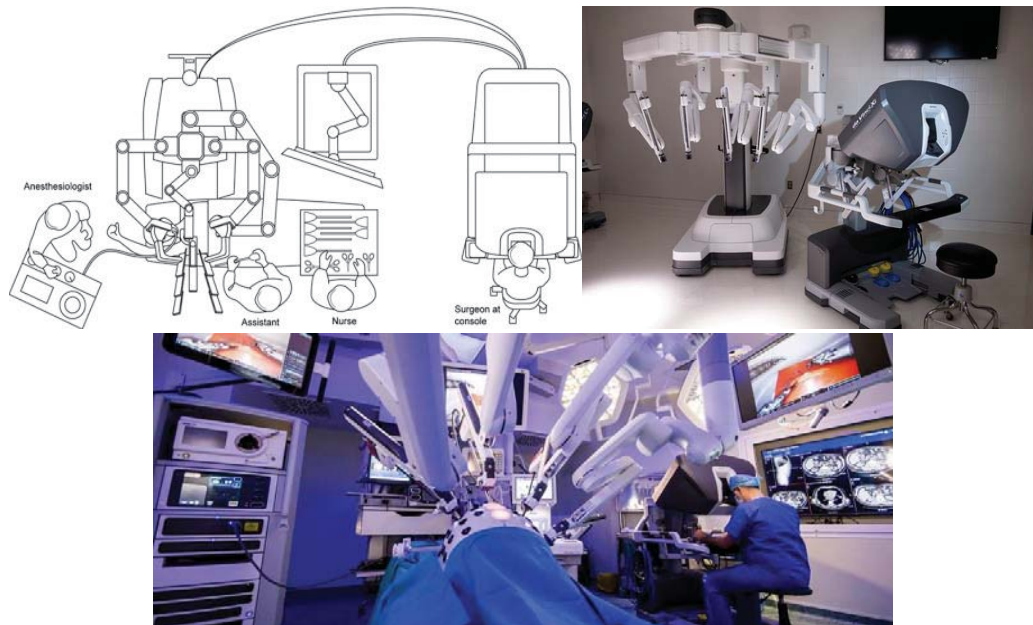


Fig. 2. Robotul daVinci Xi

De asemenea, robotul daVinci Xi permite rotirea mesei de operație în timpul intervenției, precum și rotirea sistemului la 360 de grade în jurul pacientului. Arhitectura sistemului daVinci Xi permite executarea mișcărilor precise, de mare acuratețe, ale chirurgului, fapt care conduce la efectuarea unor intervenții cu caracter minim invaziv. Mărirea preciziei mișcării brațelor și a instrumentelor este dată prin capacitatea robotului de a filtra tremorul inerent.[10]

În acest fel se pot evita diferite accidente nedorite, care ar putea pune în pericol viața pacientului. În special, robotul este folosit în domeniul urologiei, iar anumite intervenții clasice din această ramură chirurgicală se pot sfârși prin pierderi mari de sânge sau prin pierderea diferitelor funcții ale organismului.

Pacienții operați cu daVinci Xi prezintă un avantaj major în această situație deoarece, prin posibilitatea de vizualizare în profunzime și prin capacitatea de microdisecție fină și sigură, șansa de accidente nedorite este aproape inexistentă.[9]

La început, chirurgia robotică presupune costuri mai mari: achiziția unei tehnologii scumpe și pregătirea chirurgilor, urmând cheltuieli crescute de service și de consumabile. Dar o utilizare coerentă a acestei tehnologii aduce apoi beneficii financiare.

Un avantaj pentru pacienții operați cu robotul daVinci Xi este timpul de refacere foarte scurt. Intervenția fiind minim invazivă, organismul se va putea regenera într-o perioadă optimă. De asemenea, lipsa

posibilelor accidente este un element care contribuie la reducerea timpului de refacere. Pacienții care au suferit intervenții chirurgicale mediate de acest robot și-au putut relua activitatea socială și fizică într-un timp foarte scurt și cu o eficiență cel puțin la fel de mare ca înainte de operație. Mai mult decât atât, unii dintre ei nici nu au resimțit dureri în urma unei astfel de intervenții. Prin utilizarea daVinci Xi, se asigură integritatea fizică și funcțională a organismului pacienților. (vezi tabelul 2)

Tabelul 2. Analiză comparativă chirurg-sistem robotic

CHIRURGI	ROBOȚI
<p>Puncte forte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Coordonare bună mână-ochi ✚ Dexteritate mare (la o scală a omului) ✚ Flexibil și adaptabil ✚ Integrare și prelucrare informații complexe ✚ O bună judecată ✚ Ușor de informat 	<p>Puncte forte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Precizie geometrică mare ✚ Stabil și imperturbabil ✚ Poate fi conceput pentru o varietate mare de funcții ✚ Poate fi sterilizat ✚ Rezistent la radiații și infecții ✚ Are diferiți senzori (chimici, fizici, acustici) în control
<p>Limitări:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Dexteritate limitată în afara scalei naturale ✚ Preduspus la oboseală și tremur ✚ Limitare a preciziei geometrice ✚ Limitare în a folosi informații calitative ✚ Necesitatea unui câmp de operație mare ✚ Posibilitate limitată de sterilizare ✚ Vulnerabil la radiații și infecții 	<p>Limitări:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Judecată slabă ✚ Dexteritate și coordonare mână-ochi limitate ✚ Limitat unor proceduri relativ simple ✚ Preț ridicat ✚ Mereu în pas de a fi depășit din punct de vedere tehnologic ✚ Greu de construit și de întreținut/reparat

Tabelul precedent pune în evidență principalele atuuri și limitări în ceea ce privește chirurgul și sistemul robotic.

3. Concluzii

Automatizarea anumitor sarcini a dus la înlocuirea oamenilor la multe locuri de munca, iar în unele cazuri înlocuirea angajaților cu roboți are loc mai repede decât s-ar fi putut preconiza. Tech Insider arată că tehnologia actuală ar putea prelua 45% din joburile existente la nivel global.

Roboții chirurgicali au potențialul de a completa abilitățile medicilor chirurghi și de a le oferi o mai bună precizie în desfășurarea activităților. Beneficiile folosirii roboților medicali există nu doar pentru pacient, ci și pentru medic. „Chirurgia este o meserie de uzură, iar acești roboți îi permit medicului să opereze în timp ce e așezat, să nu îi tremure mâna, să se miște mai repede“, a explicat doctorul Mircea Beuran. Medicina, în special ramura sa invazivă, chirurgia, au cunoscut o evoluție continuă, animată de obiectivul final de îmbunătățire a duratei și a calității de viață a omenirii.

Unul dintre roboții menționați în lucrare este robotul daVinci Xi, acesta fiind cel mai modern instrument chirurgical disponibil în România. Sistemul chirurgical da Vinci a fost prima dată utilizat în anul 1999, ajungând până în prezent să fie folosit la peste 6 milioane de intervenții chirurgicale la nivel mondial.

Utilizarea robotului de intervenție daVinci Xi garantează în primul rând o calitate superioară a vieții pacienților. Aceasta rezultă din totalitatea avantajelor pe care le are (minim invaziv, precis, de mare acuratețe, sigur, mobil) și din capacitatea medicului chirurg de a-l utiliza.

Prin prezenta lucrare ne-am propus să oferim o imagine de ansamblu asupra construcției și funcționării roboților chirurgicali și de a ilustra ideile generale în privința acestora, deoarece societatea suferă o dezvoltare permanentă a ceea ce presupune roboți. Lucrarea pune accentul pe implementarea activităților chirurgicale ale robotului daVinci Xi și pe aplicațiile numeroase ale acestuia care sunt în continuă creștere în prezent.

4. Bibliografie și webografie

- [1]. Mohammad H. Abedin-Nasab (2019), "Handbook of Robotic and Image-Guided Surgery", editura Elsevier, New Jersey, U.S.A, ISBN 9780128142455
- [2]. Dumitriu, A., Olteanu, C., Cristea, L. (2003), Învățământ și cercetare în mecatronica la Universitatea „Transilvania” din Brașov, Revista „Mecatronica” 1/2003, pag. 13-22, ISSN 1583-7653
- [3]. Dumitriu, A., Dudiță, F., Ionescu, E., Diaconescu, D. (1986), Automate de control și serviere – Roboți industriali, Universitatea "Transilvania" Brașov, curs.
- [4]. Dumitriu, A. (1996): Tehnica prelucrării informațiilor, Universitatea "Transilvania" Brașov, curs, ediția II.
- [5].*** <https://www.reginamaria.ro/ponderas/centru-de-chirurgie-robotica/ce-este>
- [6].***<http://www.ziare.com/viata-sanatoasa/boli/care-sunt-avantajele-chirurgiei-robotice-si-ce-operatii-pot-fi-realizate-cu-aceasta-interviu-1376455>
- [7].*** https://cester.utcluj.ro/lectures/Robotica_Medicala/ROB_MED_C1_Pisla.pdf
- [8].*** <http://www.ziare.com/stiri/spitale/580-de-interventii-cu-ajutorul-chirurgiei-robotice-efectuate-in-romania-1054986>
- [9].*** <https://raportuldegarda.ro/articol/robotul-davinci-xi-beneficii-pentru-pacienti/>
- [10].***<https://sofmedica.com/ro/davinci-surgical-system/>
- [11].***<https://www.scribd.com/document/79128161/roboti-chirurgicali>
- [12].***<https://www.youtube.com/watch?v=KlQYLLiHPbM>
- [13].***https://www.researchgate.net/figure/SurgiScope-at-the-Surgical-Robotics-Lab-Humboldt-University-Int_fig3_317509678
- [14].***<https://www.reginamaria.ro/ponderas/centru-de-chirurgie-robotica>
- [15].***<https://www.sfbhfoundation.org/index.cfm?fuseaction=news.details&ArticleId=15&returnTo=main>