



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI**

**"FEDERICO II"**

*Dottorato di ricerca in*

*"SCIENZE CHIRURGICHE E TECNOLOGIE DIAGNOSTICO-TERAPEUTICHE AVANZATE"*

*(23° ciclo)*

*"Trattamento chirurgico mininvasivo robot-assistito degli aneurismi viscerali: una nuova prospettiva di cura?"*

Candidato:

DOTT. MARIO ANNECCHIARICO

RELATORE:

CHILMO PROF. ANDREA RENDA

ANNO ACCADEMICO 2009/2010

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUZIONE.....</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>ASPETTI STORICI.....</b>                                | <b>5</b>  |
| • <b>La chirurgia mininvasiva.....</b>                     | <b>5</b>  |
| • <b>La chirurgia Robotica.....</b>                        | <b>7</b>  |
| • <b>Il Sistema AEOS.....</b>                              | <b>9</b>  |
| • <b>Il Sistema ZEUS.....</b>                              | <b>9</b>  |
| • <b>Il Sistema da VINCI.....</b>                          | <b>10</b> |
| <b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA da VINCI.....</b>               | <b>11</b> |
| <b>APPLICAZIONI.....</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>MATERIALI E METODI.....</b>                             | <b>16</b> |
| • <b>Procedure Operative.....</b>                          | <b>18</b> |
| • <b>Riparazione di Aneurisma Splenico.....</b>            | <b>19</b> |
| • <b>Riparazione di Aneurisma dell'Arteria Renale.....</b> | <b>21</b> |
| <b>RISULTATI.....</b>                                      | <b>22</b> |
| <b>DISCUSSIONE.....</b>                                    | <b>24</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                                   | <b>28</b> |

## INTRODUZIONE

Negli anni '90 la chirurgia è stata scossa dalla rivoluzione laparoscopica.

Il numero crescente di applicazioni e gli incoraggianti risultati in termini di riduzione della degenza, del dolore postoperatorio, delle infezioni di ferita ed i migliori risultati cosmetici, hanno portato la tecnica mininvasiva ad imporsi, per alcune patologie, come standard di cura.

Le numerose evidenze scientifiche a favore della tecnica mininvasiva, tra cui anche le più recenti acquisizioni circa il minor trauma immunologico, ed i primi positivi risultati in termini di sopravvivenza in campo oncologico, hanno portato la comunità chirurgica a sostenerne con entusiasmo lo sviluppo tecnologico e ad estenderne progressivamente le indicazioni.

Tuttavia, molte procedure complesse si sono dimostrate tecnicamente molto impegnative e di difficile apprendimento e trasmissibilità, frenando, di fatto, la più ampia diffusione della tecnica.

All'inizio del XXI secolo, la disponibilità di nuove tecnologie, ha dato nuova linfa allo sviluppo della chirurgia minivasiva. La chirurgia robotica e la telechirurgia sembrano fornire gli strumenti necessari a superare le limitazioni subite nelle procedure laparoscopiche e toracoscopiche, iniziando una nuova rivoluzione chirurgica.

A partire dall'Ottobre 2000, presso la UO Chirurgia del P.O. "Misericordia" di Grosseto, è iniziato lo sviluppo della chirurgia mininvasiva robotica con il sistema "daVinci Surgical System" (Intuitive Surgical Inc., Menlo Park, CA, USA).

Fino all'inizio del mese di Agosto 2010 sono stati eseguiti 1029 interventi chirurgici con tecnica mininvasiva robotica (Tabella 1). La tipologia degli interventi è molto diversificata, poiché la tecnica mininvasiva robotica è stata progressivamente estesa e testata nei vari possibili campi di applicazione. Le indicazioni, attualmente, vanno delineandosi sempre più chiaramente e le casistiche cominciano ad essere numericamente significative.

**Tabella 1 – Interventi chirurgici eseguiti con tecnica robotica da Ottobre 2000 ad Agosto 2010**

| <b>Intervento</b>                       | <b>N°</b> | <b>Intervento</b>                         | <b>N°</b> |
|---|-----------|---|-----------|
| Vascolare                               | 14        | Epatectomie e lobectomie                  | 51        |
| Pancreasectomia                         | 71        | Prostata e vescica                        | 126       |
| Altre pancreatectomie                   | 9         | Lobectomia polmonare                      | 36        |
| Esofagectomia totale                    | 19        | Nefrectomia                               | 28        |
| Funduplicatio e plastica del giunto E-G | 195       | Colecistectomia                           | 155       |
| Altre procedure sull'esofago            | 27        | Esplorazione e bonifica della via biliare | 21        |
| Gastrectomia                            | 100       | Resezioni retto-coliche                   | 105       |
| Stomaco varie                           | 6         | Splenectomia                              | 16        |
| Surrenectomia monolaterale              | 27        | Miscellanea                               | 23        |

Gli aneurismi delle arterie viscerali (AAV) non sono frequenti, ma clinicamente con una notevole incidenza riportata fino al 2% (1-2). Essi sono spesso asintomatici. Il rischio di rottura, rispetto agli aneurismi aortici è molto basso, tuttavia, in regime d'urgenza il rischio di mortalità è uguale (2). Con il miglioramento della qualità e l'uso degli ultrasuoni e della tomografia computerizzata (TC), questi aneurismi sono stati rilevati, incidentalmente, più frequentemente in corso di indagini per altre patologie addominali (75-94%) (3). Mentre il trattamento chirurgico di aneurismi viscerali rotti o sintomatici è ben definito, il trattamento degli aneurismi asintomatici è ancora in discussione. La terapia tradizionale per questi aneurismi può essere la resezione chirurgica, la legatura, l'embolizzazione endovascolare o lo stenting (1-3). Al giorno d'oggi, un approccio miniminvasivo chirurgico è stato proposto sporadicamente come trattamento di scelta per i pazienti con malattie vascolari (3). In letteratura sono riportati solo rari casi di trattamento chirurgico laparoscopico di aneurismi viscerali (4-15). I movimenti limitati e innaturali della chirurgia laparoscopica possono

essere un ostacolo per la dissezione fine e il controllo dei vasi, per eseguire micro-anastomosi e per avere una curva di apprendimento adeguata per un trattamento totalmente mininvasivo di patologie vascolari.

Il sistema di chirurgia robotica “da Vinci” (Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, Stati Uniti), inizialmente designato per la chirurgia cardiovascolare, supera le limitazioni della chirurgia laparoscopica, consentendo una più un'interfaccia ergonomica e naturale tra le mani del chirurgo e gli strumenti ed estende le indicazioni della chirurgia mini-invasiva , come per esempio ai pazienti con malattie vascolari. In questo studio valutiamo le considerazioni tecniche ed i vantaggi di un trattamento laparoscopico robot-assistito di pazienti con aneurismi viscerali asintomatici.

## **ASPETTI STORICI**

### **LA CHIRURGIA MININVASIVA**

In appena due decenni la chirurgia ha subito una profonda rivoluzione tecnica e tecnologica: dopo secoli di tradizione fondata sulla necessità di una incisione più o meno ampia e traumatica dei piani superficiali per accedere con sicurezza ed efficacia al campo operatorio, si è concretizzata la possibilità di accedere allo stesso campo operatorio in maniera cosiddetta “mininvasiva”, dapprima per l'osservazione diagnostica, poi anche per l'esecuzione di procedure operative di varia natura e complessità.

L'idea della mininvasività affonda le proprie radici in un passato remoto. Esistono infatti testimonianze di tentativi di esplorazione delle cavità corporee fin dai tempi dell'antichità.

Nella medicina moderna, le prime esperienze, pionieristiche, risalgono al 1902, quando Kelling verificò, nel cane, la possibilità di osservare il contenuto della cavità peritoneale insufflando aria al suo interno<sup>1</sup>; le prime esperienze sull'uomo sono state riferite da Jacoboebus che, nel 1910, utilizzò un cistoscopio a luce riflessa per diagnosticare un processo specifico tubercolare polmonare <sup>2</sup>, ma solo nel 1928 Heinz Kalk (1895-1973) e Wilhelm Bruhl (1908-1970), misero a punto uno strumento specifico per la laparoscopia e pubblicarono le prime casistiche ponendo le basi per la successiva diffusione della tecnica<sup>3</sup>.

Alla base dei moderni sistemi di visione endoscopica c'è lo sviluppo del sistema di ottiche a calibro ridotto iniziato nel 1954 ad opera del fisico inglese HJ Hopkins. Karl Storz, approfondendo gli studi del collega britannico, brevettò il sistema endoscopico a lenti negli anni '60, iniziandone poi la produzione industriale.

Decisiva, per l'applicazione su larga scala della tecnica laparoscopica, fu l'introduzione dell'illuminazione a luce fredda nel 1965 e delle lampade alogene nel 1970, seguita poi dall'integrazione dei sistemi ottici con apparati di videotrasmissione e registrazione.

Fino alla fine degli anni '80, comunque, la laparoscopia si è sviluppata pressoché esclusivamente in ambito ginecologico; solo pochi furono i centri che si proposero l'obiettivo di definirne l'utilità nel campo della chirurgia generale.

Da allora è iniziata una fase di sempre più ampia applicazione della tecnica laparoscopica, le indicazioni, dopo le prime positive esperienze, sono andate via via estendendosi, poi si è cercato di perfezionare le tecniche messe a punto in ciascun campo di applicazione grazie anche ad un forte supporto di sviluppo tecnologico.

Con la diffusione sempre più ampia della tecnica se ne sono messi in evidenza con maggiore chiarezza non solo i vantaggi, ma anche i limiti, essenzialmente riconducibili a questi elementi:

a) dissociazione della visione, poiché l'inquadratura del campo operatorio non è decisa dall'operatore, ma mediata dalla interpretazione di un assistente;

- b) visione bidimensionale, che limita la discriminazione spaziale della profondità di campo, rendendo difficoltose le manovre nel senso della longitudinalità;
- c) dissociazione dell'asse visivo e dell'asse motorio dell'operatore, data dalla innaturale necessità di volgere lo sguardo verso un punto lontano dal campo operatorio;
- d) mancanza di ergonomia, data dalla necessità di operare mantenendo per lungo tempo posizioni innaturali
- e) perdita di tutti i movimenti finemente eseguibili con le dita della mano;
- f) perdita di sensibilità tattile, ancorché mediata da strutture rigide, sottili ed articolate su un solo perno;
- g) forte limitazione delle operazioni in spazi molto ristretti e che richiedano elevata precisione spaziale.

## **LA CHIRURGIA ROBOTICA**

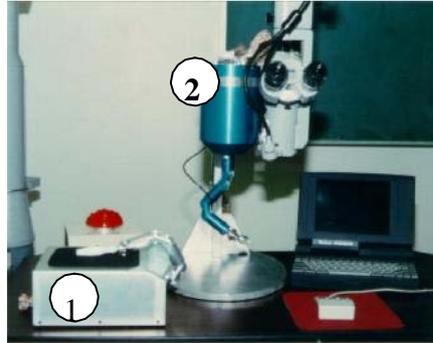
Il progetto di fornire alla chirurgia il supporto della robotica nasce nella seconda metà degli anni '90 con un duplice auspicio: da una parte quello militare di poter disporre di sistemi in grado di mediare o addirittura sostituire l'intervento umano in situazioni di guerra o calamità, dall'altro quello scientifico di poter disporre di dettagli tecnologici in grado di supplire alle limitazioni dei sistemi laparoscopici.

Dall'incontro di queste esigenze, vide la luce nel 1994 il primo dispositivo chirurgico robotico (RAMS – Robotic Assisted Micro Surgery) progettato per l'esecuzione di interventi di microchirurgia realizzato da una collaborazione tra il NASA-Jet Propulsion Lab di Pasadena, CA, USA e la Micro Dexterity System Inc.<sup>5</sup>.

Il primo prototipo completo fu presentato nel 1995 (Figura 1): era costituito da un dispositivo controllo simile ad un joystick (2) detto "master" e da un braccio meccanico lungo

25 cm a 3 segmenti di 2,5 cm di diametro con 6 gradi di libertà, detto “slave”, per la sua caratteristica di essere controllato (2).

**Figura 1 - (1995) Prototipo del sistema robotico RAMS**



Negli anni successivi, lo sviluppo del dispositivo aggiunse il joystick di controllo, i software di configurazione, i sistemi elettronici di sicurezza, fino ad arrivare alle prime sperimentazioni cliniche nel 1996, presso la Cleveland Clinic Foundation e, nel 1997, alla prima dimostrazione pubblica dell'esecuzione di una microsutura chirurgica eseguita con un dispositivo robotico bimanuale, ultimo step dello sviluppo prima della chiusura del progetto: ICAR 976.

**Figura 2 - (1997) Prototipo definitivo del robot bimanuale per microchirurgia: ICAR 97**



**Figura 3 - (1997) Dimostrazione pubblica del confezionamento di una sutura con ICAR 97**



Tale fu il riscontro nella comunità scientifica che alcuni gruppi industriali decisero di proseguire lo sviluppo di sistemi robotici per la chirurgia.

Dai vari progetti proposti, sono attualmente sviluppati, approvati e commercializzati tre sistemi.

## **IL SISTEMA AESOP**

L'AESOP, acronimo di Automatic Endoscopic System for Optimal Positioning, sviluppato da Computer Motion Inc., Goleta, CA, USA, è stato il primo dispositivo sviluppato e utilizzato nella pratica clinica.

Progettato per sostituire l'assistente che manovra l'ottica endoscopica nelle procedure chirurgiche laparoscopiche, toracoscopiche e cardiache mininvasive, è costituito da un braccio elettroidraulico e, nelle prime versioni, da un joystick di controllo, successivamente sostituito da

un sistema di gestione elettronico a comando vocale.

Approvato dal FDA (Food and Drug Administration, USA) nel 1994, è stato utilizzato in circa 200.000 procedure in oltre 600 camere operatorie in tutto il mondo<sup>8</sup>.

## **IL SISTEMA ZEUS**

Il sistema ZEUS, sviluppato da Computer Motion Inc., Goleta, CA, USA è l'evoluzione del sistema AESOP nel senso di una completa mediazione robotica dell'atto chirurgico. E' costituito da due elementi: "surgeon-side" e "patient-side". Una console di comando ed un complesso di tre elementi robotici, separatamente posizionabili, per il controllo dell'endoscopio e degli strumenti chirurgici. E' provvisto di un sistema di soppressione

del tremore, di un sistema di riduzione scalare del movimento (da 2:1 a 10:1) e di un sistema di visione tridimensionale montato su un casco binoculare.

Sono presenti in letteratura numerose esperienze di utilizzo in procedure mininvasive endoscopiche di chirurgia generale<sup>9,10,11</sup>, ginecologica<sup>12</sup>, urologica<sup>13</sup> e cardiaca<sup>14</sup>.

## **IL SISTEMA DAVINCI**

Il sistema daVINCI, sviluppato da Intuitive Surgical Inc., Menlo Park, CA, USA, è stato utilizzato sperimentalmente fin dal 1997<sup>15</sup>. Come descritto più avanti il sistema è costituito da tre elementi principali: una console di comando, un carrello mobile su cui sono installati tutti i bracci robotici ed una colonna attrezzata per la chirurgia endoscopica mininvasiva. Caratteristiche principali del sistema sono la reale visione tridimensionale, il sistema di soppressione del tremore fisiologico, la modulazione scalare dell'ampiezza dei movimenti e il meccanismo esclusivo di articolazione degli strumenti.

Il sistema daVinci è stato il primo sistema completamente robotico ad essere approvato per la commercializzazione dalla FDA<sup>16</sup>. L'organismo americano, tra le motivazioni della rapida procedura di approvazione, ha inserito la valutazione della chirurgia robotica non come innovazione, ma come seconda generazione di strumenti avanzati sulla base di tecnologie già sperimentate.

In effetti il sistema nasce dall'integrazione di tecnologie e brevetti già oggetto di sperimentazione.

L'FDA ha successivamente approvato l'utilizzo del sistema per diversi campi di applicazione chirurgica.

Nel Marzo 2001 il sistema fu approvato limitatamente all'utilizzo in alcune procedure di chirurgia generale e toracica mininvasiva non cardiovascolare. Nel Maggio 2001 la possibilità

di utilizzo fu esplicitamente estesa ad alcune procedure di chirurgia urologica e cardiovascolare. Dal Novembre 2002 l'FDA riconosce l'appropriatezza d'uso dell'apparato non più in relazione alle indicazioni, ma all'esecuzione delle manovre chirurgiche fondamentali, consentendone, sostanzialmente, la possibilità di utilizzo in qualsiasi intervento chirurgico.

## **DESCRIZIONE DEL SISTEMA “DA VINCI”**

Il sistema “daVinci Surgical System”, prodotto da Intuitive Surgical Inc., USA, consiste di tre elementi fondamentali: una postazione di comando per l'operatore, studiata ergonomicamente, una colonna attrezzata per la chirurgia endoscopica mininvasiva ed un carrello robotico, ovvero una struttura mobile su cui sono installati tre o quattro bracci robotica (uno per il controllo dell'ottica e due o tre operativi).

**Figura 4 – Console di comando**



**Figura 5 – Carrello robotico**



Il chirurgo opera stando seduto comodamente di fronte alla console di comando. Su questa (Figura 4) sono montati gli oculari del sistema di visione tridimensionale, due “master” (i

joystick per il controllo dei dispositivi robotici), due pulsantiere per la configurazione del sistema, ed una pedaliera. Per operare, il chirurgo poggia la fronte sul pannello degli oculari, e compiendo questa gesto comunica al sistema la propria presenza facendolo passare dallo stato di attesa (stand-by) allo stato attivo, stende gli avambracci sulla barra di appoggio, impugna i “master” e, all’occorrenza, aziona con i piedi i pulsanti della pedaliera per modificare la posizione dell’ottica, regolare la messa a fuoco, riposizionare i master, controllare l’eventuale braccio operativo supplementare, azionare la coagulazione dell’elettrobisturi.

Il sistema di visione InSite ® costituisce uno dei punti caratteristici di questo sistema. Si tratta di un endoscopio ad alta risoluzione con visione tridimensionale. All’interno della cannula dell’endoscopio sono alloggiati due canali ottici, che trasmettono, attraverso due videocamere a 3 CCD separate e indipendenti, l’immagine del campo operatorio a due monitor ad alta risoluzione. L’immagine è inoltre elaborata da un sistema di accentuazione del contrasto marginale e di riduzione del rumore elettronico di fondo.

Il chirurgo operatore, seduto alla console, ha la sensazione di esser quasi immerso nel campo operatorio, con una forte percezione della sua tridimensionalità. Tale effetto si ottiene grazie ai due monitor montati nella console, ognuno dei quali trasmette l’immagine proveniente da ogni singolo canale a ciascun occhio separatamente. La naturale profondità di campo, ottenuta grazie a questo artificio, il contrasto particolarmente elevato e la magnificazione, consentono una discriminazione spaziale assolutamente superiore a quella ottenibile con un sistema di visione tradizionale bidimensionale.

L’inquadratura del campo operatorio è controllata direttamente dall’operatore che può modificarla attivando il braccio robotico endoscopico tramite il pedale di comando. Azionando i due “master”, il cui funzionamento è descritto più avanti, è possibile spostare la posizione dell’ottica indietro e in avanti, a destra e a sinistra, in alto e in basso.

Identificata la migliore posizione, il chirurgo può disporre di una inquadratura ottimale, non mediata dalla capacità dell'assistente, e soprattutto stabile, non soggetta ai fisiologici movimenti e tremolii che un pur addestrato e capace assistente vi imprimerebbe.

E' da rilevare che la qualità di visione e la tridimensionalità della stessa, oltre a consentire l'esecuzione di manovre delicate anche in spazi ristretti, può, in molte circostanze, compensare la mancanza di feed-back tattile del sistema, come nella valutazione della tensione di rottura dei fili di sutura.

I "master" sono due sistemi meccanici, simili a joystick, che il chirurgo muove nello spazio di azione della console e che consentono di controllare il movimento degli strumenti robotici. Gli strumenti robotici riproducono i movimenti che il chirurgo imprime ai master secondo un rapporto spaziale di 1:1, 1:3 o 1:5. Tale rapporto viene impostato impostato in corso d'opera dal chirurgo e può variare in relazione al tipo di manovre da eseguire anche durante lo stesso intervento. Quanto più sarà necessario eseguire movimenti piccoli e precisi (es.: microsuture) tanto più alto sarà il rapporto impostato; viceversa, quanto più sarà necessario eseguire movimenti ampi (es.: dissezioni e dislocazioni), tanto più basso sarà questo rapporto.

La corrispondenza esatta dei movimenti è gestita da un software dedicato in grado di determinare in ogni istante le coordinate spaziali assolute di posizione degli strumenti.

Uno schermo touch-screen è montato sulla barra soffice su cui il chirurgo poggia gli avambracci durante la procedura chirurgica, serve per controllare ed impostare il sistema (calibrare il sistema di visione, impostare il rapporto di movimento, ecc) e per determinarne l'accensione, l'avvio, l'arresto di emergenza e lo spegnimento, oltre che per gestire eventuali consolle accessorie o sistemi di proiezione di imaging.

Il carrello robotico (Figura 5) consiste di uno scheletro centrale montato su ruote, sul quale sono agganciati quattro bracci robotici. Viene collegato alla console di comando con un

sistema di cavi a fibre ottiche, anche se sono attualmente allo studio anche sistemi di connessione di tipo “wire-less”.

Generalmente due bracci operativi rappresentano stabilmente la mano destra e sinistra dell'operatore e vengono definiti bracci principali. Un terzo braccio viene utilizzato per il controllo dell'ottica endoscopica.

Il quarto braccio, estende le possibilità chirurgiche dell'operatore alla console, che può azionarlo alternativamente ad uno dei due bracci robotici principali per esercitare manovre complementari, come la controtrazione e l'assistenza per una sutura continua.

Il quarto braccio è stato progettato per eliminare potenzialmente la necessità di un assistente al tavolo operatorio.

I bracci robotici, prima dell'inizio dell'intervento, vengono sottoposti ad una rapida procedura di controllo della corretta funzionalità dell'apparato e rivestiti con drappi sterili.

Il carrello viene poi avvicinato al lettino operatorio dopo il posizionamento dei trocar. I bracci robotici, grazie ad un sistema di frizioni elettroidrauliche, vengono posizionati in breve tempo in relazione al tipo di intervento da eseguire. Ciascun braccio è costituito da due sezioni: una sezione snodata il cui posizionamento viene impostato all'inizio dell'intervento e tale rimane durante tutta la procedura ed una sezione motorizzata il cui movimento viene controllato dalla console di comando.

Lo stesso sistema di frizioni consente di disattivare manualmente tutti i bracci robotici per consentire, in caso di necessità, l'allontanamento del carrello robotico nel tempo di pochi secondi.

Su ciascun braccio robotico, attraverso un sistema di innesto a baionetta, possono essere montati vari strumenti chirurgici che vengono riconosciuti e “autorizzati” dal sistema.

Gli strumenti chirurgici robotici sono riutilizzabili per un determinato numero di interventi, esaurite i quali non vengono più accettati dal sistema.

Altra peculiarità di questo sistema robotico è il sistema di articolazione EndoWrist® degli strumenti chirurgici. Gli strumenti progettati con questa tecnologia, basata sul modello di funzionamento del polso umano, offrono al chirurgo possibilità di articolazione anche superiori a quelle della mano. Secondo le affermazioni dei progettisti, il sistema EndoWrist® consente al sistema robotico di raggiungere un grado di precisione chirurgica superiore alle capacità umane.

E' comunque sicuramente vero che, grazie alla struttura realizzata con micro-tiranti in acciaio che riproducono la funzione e la direzione delle articolazioni del polso, è possibile riprodurre, all'interno del campo operatorio, sulla punta di strumenti del calibro di 5-8 mm, tutti i movimenti realizzabili con una mano. Gli strumenti consentono rotazioni da 90° a 360° su 7 gradi di libertà, con meccanismo di soppressione del tremore e rapporto scalare dell'ampiezza dei movimenti.

Esistono circa 40 diversi strumenti utilizzabili con il sistema daVinci .

I semplici sistemi di controllo e l'utilizzo intuitivo del sistema sono elementi incoraggianti per l'utilizzo sempre più ampio in tecniche avanzate. Tali caratteristiche, infatti, sono in grado di ridurre le curve di apprendimento anche per le procedure mininvasive più complesse, in maniera molto più simile a quanto avviene in chirurgia tradizionale a cielo aperto piuttosto che in chirurgia laparoscopica. Un aspetto non trascurabile di questo apparato è anche l'ergonomia secondo i cui principi è stato progettato.

Il sistema daVinci prevede che il chirurgo operi stando seduto, con l'asse visivo, contrariamente a quanto avviene in molte procedure laparoscopiche tradizionali, allineato all'asse motorio, posizione che non solo è più naturale e confortevole, ma diminuisce l'affaticabilità nelle procedure più lunghe.

## **APPLICAZIONI**

Esistono in letteratura un gran numero di lavori in riferimento all'utilizzo dei sistemi robotici in chirurgia.

Nello specifico, con il sistema daVinci, è stata ampiamente dimostrata la fattibilità di un gran numero di interventi, anche in chirurgia pediatrica.

Per quanto riguarda la chirurgia urologia sono riportate esperienze di prostatectomia radicale, pieloplastica, cistectomia, nefrectomia radicale, reimpianto ureterale. In chirurgia generale sono stati eseguiti interventi di colecistectomia, funduplicatio, miotomia esofagea, bypass gastrico, nefrectomia da donatore vivente pertrapianto, surrenectomia , splenectomia, pancreasectomia, epatectomia, gastrectomia e resezioni intestinali di varia natura e grado.

Tra le procedure ginecologiche sono riportate isterectomie, sacrocolpopessi e miomectomie.

In chirurgia toracica e cardiovascolare, dove l'uso del robot raggiunge probabilmente il massimo livello di impatto tecnico, sono stati eseguiti interventi di cardiectomia e ablazione del seno, riparazione mitralica, chiusura di difetti del setto interatriale, rivascolarizzazione cardiaca, mediastinotomia, resezione polmonare, timectomie.

## **MATERIALI E METODI**

Tra settembre 2007 e giugno 2010, dodici pazienti affetti da Aneurismi Arteriosi Viscerali (VAA) sono stati sottoposti ad una procedura mini-invasiva presso il Dipartimento di Chirurgia Generale, dell' Ospedale Misericordia di Grosseto. Tra questi 9 pazienti erano affetti da aneurisma dell'arteria splenica (ASA) e tre pazienti da aneurisma dell'arteria renale (RAA).

Come mostra la tabella 2, la dimensione dell'aneurisma media è risultata di  $21,3 \pm 5,8$  mm. Tra la co-morbidità c'erano cinque pazienti ipertesi ed un paziente obeso. Il punteggio medio dei pazienti secondo la classificazione della Società Americana di Anestesia (ASA) è stata  $2,08 \pm 0,51$  (range 1-3). Tutti i pazienti erano asintomatici, tutti gli aneurismi sono stati rilevati incidentalmente durante la valutazione strumentale di altre patologie addominali (dolore addominale, colelitiasi, nefrolitiasi). I dati anatomici, i fattori di rischio e i dati demografici sono stati registrati dall'archiviazione dei pazienti in un data-base (Tabella 2). Gli altri dati relativi al tipo di intervento, al tempo operatorio, al tempo di ischemia calda, alla perdita di sangue stimata e all'uso del quarto braccio robotico sono riassunti nella Tabella 3. Tutti i pazienti sono stati sottoposti a terapia profilattica antitrombotica. Per valutare la qualità di riperfusion, dopo l'intervento chirurgico, è stato utilizzato l'eco-doppler. Tra i dati postoperatori registrati troviamo: funzione urinaria, tempo di coagulazione, creatinina, Elettroliti. Dopo la dimissione tutti i pazienti sono stati seguiti con controlli periodici Ultrasonografici (Angio TC, in due pazienti).

**Tabella 2 – Distribuzione pazienti**

|          | SEX<br>AGE   | LOCATION               | SIZE<br>(mm)      | Risk Facts              | ASA* | Ass Path                        |
|----------|--------------|------------------------|-------------------|-------------------------|------|---------------------------------|
| 1        | F 56         | SAA middle third       | 18                | -                       | 2    | Tiroiditis                      |
| 2        | F 62         | SAAmiddle third        | 24                | -                       | 2    | -                               |
| 3        | F 78         | R RAApost branch       | 18                | Hypertension            | 3    | Nephrolythiasis                 |
| 4        | F 68         | SAAprox third          | 9                 | Hypertension<br>Obesity | 3    | -                               |
| 5        | F 59         | L RAAprox tract        | 20                | Hypertension            | 2    | Cholelythiasis                  |
| 6        | F 50         | SAAceliac tripod       | 20                | -                       | 3    | Cholelythiasis, IBD, Diabetes   |
| 7        | F 57         | L RAAhilum/dist branch | 28                | -                       | 2    | Solitary kidney, Cholelythiasis |
| 8        | F 53         | SAA hilum              | 20                | -                       | 2    | -                               |
| 9        | F41          | SAAhilum/dist branch   | 17                | -                       | 2    | Polycystic kidney               |
| 10       | M 75         | SAAdistal third        | 30                | -                       | 2    | -                               |
| 11       | F 63         | SAA hilum              | 25                | -                       | 2    | Cholelythiasis                  |
| 12       | F 62         | SAAmiddle third        | 24                | -                       | 2    | -                               |
| <b>M</b> | <b>60.09</b> |                        | <b>20.36 ±5.8</b> |                         |      |                                 |

**Tabella 3 – Dati Procedure Chirurgiche**

|          | LOCATION                | PROCEDURE                                     | OR time (min)  | WIT (min) | EBL (ml)          | Blood T. (U) | 4th ARM | Port |
|----------|-------------------------|---|----------------|-----------|-------------------|--------------|---------|------|
| 1        | SAA middle third        | Aneurismectomy + ligation (RA failure)        | 90'            | -         | 500               | -            | -       | 5    |
| 2        | SAA middle third        | Aneurismectomy + E-E an. (PTFE 6-0)           | 180'           | -         | 80                | -            | -       | 4    |
| 3        | R RAA post branch       | Aneurismectomy + J saphen v graft (PTFE 6-0)  | 310'           | 25        | 50                | -            | Y       | 5    |
| 4        | SAA prox third          | Aneurismectomy + E-E an. (PTFE 6-0)           | 180'           | -         | 100               | -            | -       | 5    |
| 5        | L RAA prox tract        | Aneurismectomy + E-E an. (PTFE 6-0)           | 170'           | 10        | 50                | -            | -       | 5    |
| 6        | SAA celiac tripod       | Aneurismectomy + E-E an. (PTFE 6-0)           | 300'           | 20        | 100               | 2            | -       | 5    |
| 7        | L RAA hilum/dist branch | Aneurismectomy + J saphen v graft (Pro 8-0)   | 300'           | -         | 300               | -            | Y       | 5    |
| 8        | SAA hilum               | Aneurismectomy +PTFE graft 5 mm PTFE 6-0      | 200'           | -         | 0                 | -            | Y       | 5    |
| 9        | SAA hilum/dist branch   | Lateral Suture (Prolene 6-0) + emisplenectomy | 240'           | -         | 500               | -            | Y       | 5    |
| 10       | SAA distal third        | Aneurismectomy + E-E an. (PTFE 6-0)           | 270'           | -         | 50                | -            | Y       | 6    |
| 11       | SAA hilum               | Splenectomy VLS (intrasplenic aneurysm)       | 240'           | -         | 0                 | -            | Y       | 4    |
| 12       | SAA hilum               | Aneurismectomy +PTFE graft 5 mm PTFE 6-0      | 200'           | -         | 0                 | -            | Y       | 5    |
| <b>M</b> |                         |   | 224,16 ± 65,42 |           | <b>173 ±180.1</b> |              |         |      |

### Procedure Operative

Tutti gli interventi sono stati eseguiti utilizzando un approccio mininvasivo robot-assistito. La possibilità di un trattamento laparoscopico robot-assistito è stato discusso con ciascun paziente prima dell'intervento ed eseguito solo dopo opportuno consenso informato. Lo strumento utilizzato è il sistema chirurgico robotico 'da Vinci' (Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, Stati Uniti). Il sistema 'da Vinci' è un sistema di telemanipolazione chirurgica tramite un master

(video-console) in cui il chirurgo lavora e dirige le braccia robotiche (Carrello Robotico) tramite un collegamento tele-endoscopico robotizzato. Il sistema si compone di quattro bracci robotici, uno dei quali controlla un endoscopio tridimensionale, che fornisce la visione binoculare del campo operatorio, mentre gli altri tre sono operativi (Fig. 5). Tutti gli strumenti sono articolati e riproducono le articolazioni del gomito e del polso, permettendo una serie di movimenti che imitano i movimenti naturali della chirurgia a cielo aperto. Il sistema è in grado di filtrare il naturale tremore della mano e del braccio. Il chirurgo operatore alla consolle non riceve un feedback tattile degli strumenti robotici, ma la carenza è supplita indirettamente attraverso un feedback visivo sulla forza di tensione applicata.

### **Riparazione di Aneurisma Splenico**

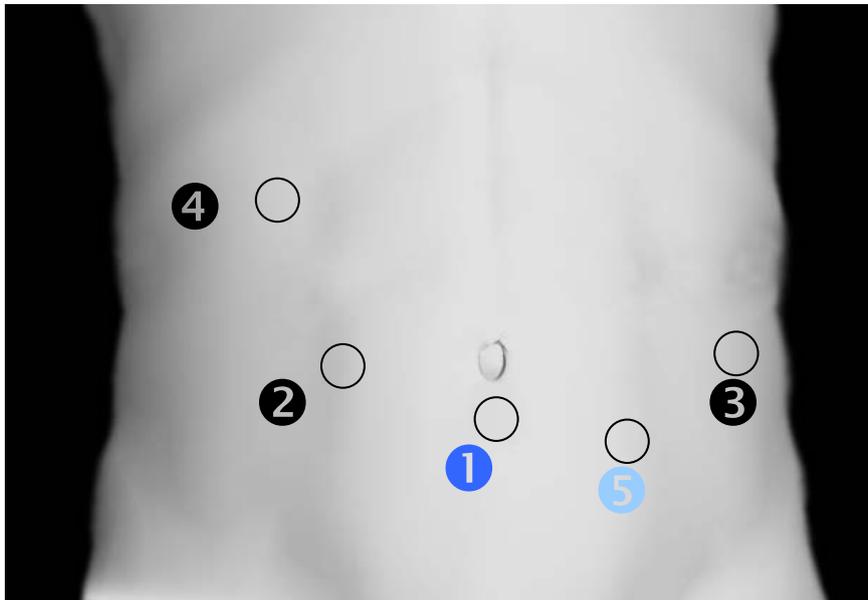
I pazienti sono collocati sul tavolo operatorio in posizione di Trendelenburg (15 °). Il primo trocar da 12mm è posizionato con tecnica open in regione periombelicale, ed è utilizzato per l'ottica da 30 gradi. Dopo l'induzione dello pneumoperitoneo con CO<sub>2</sub> a 14 mmHg , sotto visione diretta, vengono inseriti altri quattro trocars. Due robotici di sette millimetri sono collocati nelle regioni sotto costali sinistra e destra. Un quarto di sette millimetri (4 ° braccio robotico) viene inserito nella regione laterale destra sottocostale e un quinto (trocar accessorio per l'aiuto) di 12 millimetri è posizionato all'incrocio tra la linea ombelicale trasversa la linea emiclaveolare sinistra (Fig. 6). Dopo una completa esplorazione della cavità addominale, viene mobilizzata la flessura splenica e aperta la retro-cavità, sezionando il legamento gastro-colico con il dissettore ad ultrasuoni.

Il carrello robotico è quindi disposto sul campo operatorio dalla spalla sinistra del paziente.

L'arteria splenica è mobilizzata prossimalmente e distalmente all'aneurisma. La dissezione e la mobilizzazione della lesione aneurismatica è stato condotta con l'uncino monopolare,

utilizzando un loop vascolare per trazionare il vaso. Prima del clampaggio prossimale e distale, l'anestesista ha infuso Eparina 5000UI. Sono stati usati clamps vascolari introdotti attraverso la cannula di 10-12 mm (Aesculap ®). In un paziente l'aneurisma coinvolgeva l'origine prossimale dell'arteria splenica dal tronco celiaco. In questo caso è stato necessario clampare l'arteria celiaca all'origine (tramite un morsetto esterno). Nella maggior parte dei pazienti è stato effettuato l'aneurismectomia e la riparazione arteriosa tramite una anastomosi termino-terminale utilizzando una sutura in PTFE 6 / 0 (Goretex ®). In un solo caso, la ricostruzione vascolare è stata eseguita utilizzando l'interposizione di un innesto in ePTFE (Brard ®); in un altro caso, la ricostruzione vascolare è stata eseguita utilizzando l'interposizione della vena safena.

**Figura 6 – Disposizione dei Trocars in SAA**



❶ –  $\varnothing$ 12 mm: endoscopy , ❷ –  $\varnothing$ 7 mm: robotic arm (dx), ❸ –  $\varnothing$ 7 mm: robotic arm (sin), ❹ –  $\varnothing$ 7 mm: robotic arm (4<sup>th</sup> arm), ❺ –  $\varnothing$ 12 mm: assistant instrument

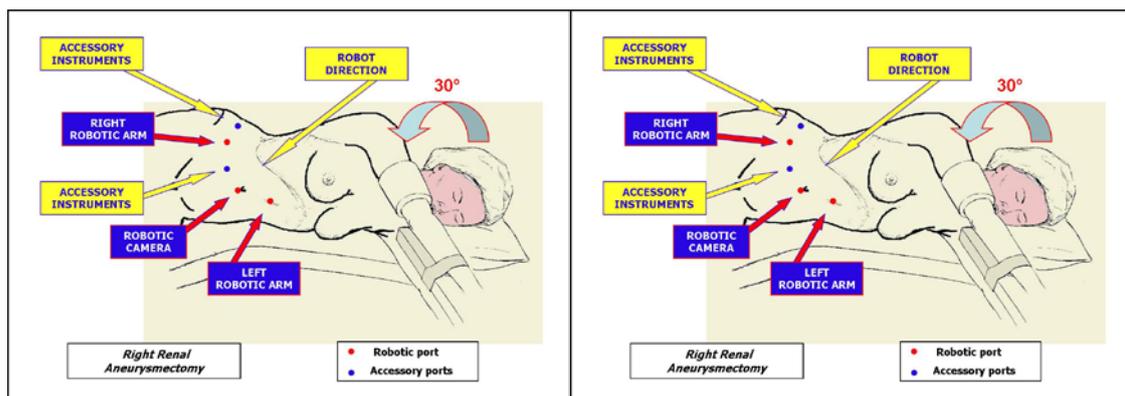
### **Riparazione di aneurisma dell'arteria renale.**

Il paziente viene posizionato in semi-decubito laterale sinistro (o destro) di 30°, viene inserito un primo 12 millimetri trocar nella linea pararettale destra (o sinistra), per l'endoscopio di 30 gradi. Dopo l'induzione di pneumoperitoneo con 10-12 mmHg di CO<sub>2</sub>, vengono inseriti due trocars robotici di 7 millimetri (per il braccio operativo robotico) nella regione iliaca destra (o sinistra) ed all'epigastrio, rispettivamente.

Un trocar di 7 millimetri (braccio 4 °) in fianco destro (o sinistro) ed un trocar di 12 mm per l'assistente in regione mesogastrica, vengono inseriti rispettivamente (Fig. 7). Il carrello robotico è posizionato dietro la testa del paziente. I bracci robotici vengono installati sul campo operatorio e collegati alle cannule per l'ottica ed alle cannule operative. Il carrello deve essere posizionato correttamente in modo da ridurre al minimo le collisioni tra i bracci meccanici. Dopo la mobilitazione della flessura colica destra (o sinistra) del colon, viene esposto il rene su cui bisogna procedere. La dissezione dell'ilo renale di destra viene effettuata dalla parte laterale della vena cava inferiore. La preparazione dell'ilo renale di sinistra si esegue sul versante laterale dell'aorta e al di sotto del pancreas. La dissezione robotica viene eseguita con un uncino monopolare e un dissettore ad ultrasuoni. La vena renale viene "looppata" per ottenere il completo controllo vascolare. Anche l'arteria renale prossimale viene completamente isolata e circondata con un loop. L'aneurisma pulsante viene con precisione e cautela mobilizzato. Eventuali rami vascolari afferenti dal sacco aneurismatico o dal parenchima renale vengono isolate e "caricate" con loop vascolari. Anche in questo caso la dissezione viene eseguita con uncino monopolare e dissettore ad ultrasuoni. Dopo la somministrazione di mannitolo, furosemide ed eparina sistematica, clamps laparoscopici vengono posizionati prossimalmente e distalmente dell'arteria renale principale e dei rami segmentari, rispettivamente. In alcuni casi è necessario il controllo di due o più rami distali dell'arteria renale. Viene eseguita un'aneurismectomia completa ed il tratto arterioso asportato

viene recuperato tramite un endocatch (Autosuture ®). Dopo l'aneurismectomia, per la riparazione vascolare sono state utilizzate varie tecniche. In due dei nostri pazienti, la riparazione arteriosa è stata eseguita tramite un innesto di vena safena ad Y, effettuato dopo preparazione del graft venoso su banco ed introdotto con un endocatch attraverso il trocar da 12 millimetri accessorio. Le anastomosi vascolari termino-terminali sono state realizzate con punti di sutura in PTFE 6/0. In un altro caso è stata eseguita una anastomosi termino-terminale diretta con sutura in PTFE 6/0. Dopo declampaggio, in tutti i pazienti si è ottenuto una eccellente pulsazione del tratto vascolare anastomizzato senza segni di importanti sanguinamenti.

**Figura 7 – Disposizione paziente e trocars in RAA**



## RISULTATI

Tutti i pazienti sottoposti ad intervento chirurgico non hanno avuto bisogno di ricovero in terapia intensiva e dopo l'intervento hanno avuto il decorso nel reparto di degenza. Dei 9 pazienti con ASA, 6 hanno subito un intervento di riparazione con aneurismectomia ed immediata micro-anastomosi termino-terminale. In un paziente (paziente 1, tabella 3) è stata eseguita un'aneurismectomia tra legature con chiusura tra clips del margine prossimale e distale dell'arteria, non è stato possibile eseguire la ricostruzione vascolare a causa di un guasto

tecnico della macchina (blocco meccanico di un braccio). In questo caso la vascolarizzazione residua della milza è stata garantita dai vasi gastrici brevi. In 2 pazienti (paziente 8 e 12, tabella 3) a causa della lunghezza del segmento di vaso da essere by-passato, è stata necessaria una ricostruzione vascolare, utilizzando un'interposizione di graft in ePTFE (Bard ®) ed un innesto a J di vena safena tra il tratto prossimale e distale dell'arteria. Un paziente (paziente 9, tabella 3) era affetto da aneurisma dell'ilo splenico, ed ha richiesto una emisplenectomia robotica. Un altro paziente (paziente 11, tabella 3) con un aneurisma dell'ilo splenico ha richiesto una splenectomia laparoscopica, non essendoci la possibilità di ricostruzione vascolare. In 3 pazienti trattati per un ASA è stata effettuata anche una colecistectomia robotica per litiasi. Due pazienti con una RAA, hanno avuto una riparazione arteriosa con un innesto ad Y di vena safena ed un paziente è stato sottoposto a ricostruzione diretta con anastomosi termino-terminale. Il tempo di ischemia controllata è stato di circa 25 minuti nei pazienti sottoposti a ricostruzione con innesto e di 10 minuti nel paziente sottoposto a ricostruzione diretta. Il tempo medio operatorio di tutti i pazienti è stata  $224,16 \pm 65,42$  minuti (range 90-310). La perdita media di sangue stimata è stata di  $173 \pm 180,1$  ml (range 000-500). Non sono state registrate complicanze intra-operatorie. La degenza media è stata di  $7,1 \pm 3,9$  giorni (range 3-14) e il tempo medio di ritorno ad assumere una normale alimentazione è stato di  $1,66 \pm 0,65$  giorni (range 1-3).

Il tasso di morbilità è stato di 1 caso su 12 (8,3%): nell'unico paziente, che a causa di un guasto tecnico del sistema, non ha potuto avere una ricostruzione vascolare (aneurismectomia tra legature) la milza ha presentato una settimana dopo l'intervento un infarto parziale (trattato in modo conservativo con un drenaggio percutaneo). In questo caso, la TC di controllo ha mostrato la completa scomparsa delle aree colliquative e una normale perfusione della metà inferiore della milza. Negli altri 11 pazienti con ricostruzioni vascolari e conservazione del flusso d'organo, il decorso postoperatorio è stato regolare ed un controllo con Doppler ha

mostrato una perfusione normale dell'organo con un follow-up medio di 43,9 mesi (range 12-74). Nessuna mortalità è stata osservata in questa serie.

## **DISCUSSIONE**

Gli aneurismi delle arterie viscerali sono molto rari con una incidenza riportata fino al 2% nella popolazione generale e fino al 10% in studi autoptici (1-3). A causa della loro rarità ed eterogeneità, l'evoluzione naturale degli aneurismi viscerali non è nota.

L'arteria più comunemente coinvolta è l'arteria splenica (60%) e il rischio di rottura è compreso tra 2 e 10% (3). Il tasso di mortalità dopo una rottura ASA è molto alto (36%) (1,3,9). Altri siti di aneurismi viscerali sono l'arteria epatica comune (20%), l'arteria mesenterica superiore (5,5%), il tronco celiaco e le arterie gastrica (4%), le arterie gastro-epiploiche, arterie digiuno-ileali, arterie del colon (3%) e le arterie del pancreas (2%). Gli aneurismi dell'arteria renale sono molto rari, la maggior parte sono asintomatici e il 35% vengono rilevati incidentalmente (1,14,18).

I loro sintomi più frequenti sono l'ematuria, idronefrosi, trombosi con infarto renale e fistola artero-venosa (1,2,5,12,14,18). La rottura di un RAA è stato stimato in circa il 5% di RAA non calcifici con dimensioni superiori a 1,5 cm. I fattori di rischio per la rottura di VAA sono difficili da identificare. I reports esistenti in letteratura individuano i seguenti fattori di rischio di rottura: le dimensioni dell'aneurisma, la gravidanza, la cirrosi epatica, il trapianto di fegato, l'ipertensione, il deficit di alfa 1 antitripsina e l'obesità (2,13-18). Nel nostro gruppo di pazienti erano presenti tra questi soltanto ipertensione ed obesità.

Le attuali indicazioni per il trattamento chirurgico di VAA rimane controverso. Da un lato, la presenza di sintomi associati ad un diametro > 2 cm, con un documentato aumento di

dimensioni o la presenza di ipertensione o di gravidanza, rappresentano una indicazione assoluta per il trattamento chirurgico di VAA. D'altra parte, non vi è consenso sulle dimensioni e criteri per gli VAA asintomatici (1,2). Siamo d'accordo con altri autori (2,3) che l'intervento chirurgico o l'embolizzazione di VAA asintomatici con dimensioni maggiori 1,8 cm è consigliabile per tutti pazienti con rischio operatorio basso e una spettanza di vita > 2 anni. Gli attuali approcci per il trattamento di VAA includono la chirurgia transaddominale e embolizzazione e stenting endovascolare. La terapia chirurgica tradizionale consiste nella legatura oppure resezione dell'aneurisma, con o senza una successiva ricostruzione delle strutture vascolari e conservazione del flusso d'organo (1-4). Nel trattamento di un ASA, la conservazione dell'arteria splenica mediante riparazione dell'aneurisma ed anastomosi arteriosa termino-terminale è messa in dubbio da alcuni autori, in quanto l'infarto splenico sembra essere una complicanza alquanto improbabile a seguito di legatura o resezione dell'arteria splenica (5-16). Tuttavia, nella nostra serie, l'unico paziente che ha avuto un infarto splenico è stato il solo a cui non era stato possibile effettuare una ricostruzione vascolare. La conservazione del normale e fisiologico flusso sanguigno all'organo sembra essere l'unico modo per evitare qualsiasi complicazione ischemica.

Nella chirurgia degli aneurismi dell'arteria renale, la ricostruzione arteriosa è obbligatoria per la conservazione della funzionalità renale. Le procedure chirurgiche riportate in letteratura includono anche nefrectomia. La nefrectomia è indicata solo quando sono presenti atrofia ischemica renale, infarto renale o multipli aneurismi intra-parenchimali (17-20). La chirurgia trans-addominale presenta eccellenti risultati a lungo termine, ma è associata ad una maggiore morbilità (9%) e mortalità (1,3%). La chirurgia "da Banco" extracorporea, che a volte è necessaria per il trattamento di un RAA, è gravata da un'alta morbilità specifica (necrosi tubulare acuta e complicanze vascolari) legati a questa procedura (1-3).

Più di recente, altri trattamenti sono stati proposti per il trattamento di VAA, come l'embolizzazione endovascolare percutanea con l'utilizzo di una bobina d'acciaio o stenting (1-3,20,24). Queste procedure attualmente presentano un tasso di successo del 85%, hanno un tasso di morbilità del 14-30% e un tasso di fallimento a lungo termine tra il 22-80%. In una revisione della letteratura dal 1985 al 1995, il 12% di tutti i pazienti con ASA sono stati primariamente trattati con embolizzazione (22-24). Al giorno d'oggi, il trattamento endovascolare degli VAA può essere un'alternativa alla chirurgia aperta, anche se in pazienti selezionati ad alto rischio chirurgico. Il successo del trattamento endovascolare è spesso correlato ad una piccola dimensione ed alla posizione dell'aneurisma (1-4). Trattamenti degli aneurismi dell'arteria renale soprattutto quando riguardano la biforcazione o l'origine delle arterie terminali sono irrealizzabili con le tecniche angio-radiologiche.

Con il progresso della laparoscopia, procedure mini-invasive vengono applicate a numerosi interventi chirurgici. Un approccio laparoscopico in chirurgia vascolare è stato dimostrato in modello animale (25) e sono state descritti anche alcuni rari casi di legatura laparoscopica degli aneurismi viscerali (9,21). Da ricerche da me effettuate, nessuna ricostruzione vascolare laparoscopica con conservazione di flusso d'organo è stata riportata in letteratura. Tuttavia l'attuazione di procedure mini invasive in chirurgia vascolare non avuto grosse evoluzioni. Una possibile spiegazione può essere la limitata e innaturale possibilità di compiere gesti fini e precisi con la conseguente minore capacità di effettuare fini dissezioni, di avere un sicuro controllo dei vasi, o di eseguire delle micro-anastomosi utilizzando suture di calibro molto sottile.

In questa tesi descrivo una revisione retrospettiva di 12 pazienti con un VAA asintomatico trattati con chirurgia laparoscopica robot-assistita. In 10 dei 12 pazienti è stato possibile eseguire un aneurismectomia con una ricostruzione vascolare (anastomosi Termino-

terminale-terminale o interposizione di innesto protesico) e con preservazione del flusso d'organo. In 2 pazienti con RAA è stata eseguita una ricostruzione microvascolare intracorporea robotica con interposizione di innesto di venoso, senza la necessità di preparazione del graft venoso “su banco”.

La tecnologia robotica permette una dissezione estremamente accurata e raffinata così come la facile esecuzione di anastomosi microvascolari. La chirurgia robotica supera i limiti della laparoscopia e permette l'estensione di un approccio chirurgico mini-invasivo in chirurgia vascolare(31,34).

Il sistema chirurgico “da Vinci”, , che è stato originariamente progettato per dissezione microvascolari nella chirurgia cardiotoracica, permette un'interfaccia più ergonomica e naturale tra le mani del chirurgo e gli strumenti. Queste caratteristiche rendono più facile controllare piccoli rami arteriosi e venosi e svolgere (micro)anastomosi vascolari termino-terminali (32-35). Un piccolo campo operatorio, tipico per gli VAA (chirurgia monoquadrante), è particolarmente agevole per un approccio in chirurgia robotica, dal momento che non sono necessari cambiamenti della posizione del paziente e degli strumenti durante questo tipo di chirurgia. Con un tasso di morbilità più basso del 8,3%, pensiamo che questo approccio mini-invasivo per i pazienti con VAA sembra essere fattibile e sicuro. La dissezione accurata e le fini suture microvascolari senza importanti perdite di sangue, la preservazione del flusso d'organo, la bassa morbilità e mortalità sono aspetti molto interessanti. La mia tesi vuole essere uno studio di fattibilità e vuole dimostrare che un trattamento laparoscopico robot-assistito di pazienti asintomatici con questa rara patologia è un'alternativa molto attraente alle strategie di trattamento classico.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Maher A Abbas, MD, William M Stone, MD, Richard J Fowl, MD et al. Splenic artery aneurysms: two Decades Experience at Mayo Clinic. *Annals of Vascular Surgery*, 2002. 16 (4): 442-449.
2. Grego FG, Lepidi S, Ragazzi R, Iurilli V, Stramana' R and Deriu GP. Visceral artery aneurisms: a single centre experience. *Cardiovascular surgery*, 2003. 11 (1): 19-25.
3. Sessa Carmine, MD, Giovanni Tinelli, MD, Paolo Porcu, MD, Axel Aubert, MD, Frederic Thony, MD, and Jean-Luc Magne, MD. Treatment of Visceral Artery Aneurysms: description of a retrospective series of 42 aneurysms in 34 patients. *Annals of vascular Surgery*, 2004. 18 (6): 695-703.
4. Larson RA, MD, Solomon J, MD, and Carpenter JP, MD. Stent graft repair of visceral artery aneurisms. *Journal of vascular surgery*, 2002. 36 (6): 1260-3.
5. Saw EC, Ku W, Ramachandra S. Laparoscopic resection of a splenic artery aneurysm. *J Laparoendosc Surg*, 1993. 3 (2) : 167-71.
6. Hashizume M, Ohta M, Ueno K, Okadome K, Sugimachi K. Laparoscopic ligation of splenic artery aneurysm. *Surgery*, 1993. 113 (3): 352-4.
7. Kenji Matsumoto MD, Masahiro Ohgami, MD, Nozumu Shirasugi, MD, Katsuhiko Nohga, MD and Masaki Kitajima, MD, FACS. A first case report of the successful laparoscopic repair of a splenic artery aneurysm. *Surgery*, 1997. 121 (4): 462-65.
8. Lai PB, Leung KL, Lau WY. Laparoscopic repair of a splenic artery aneurysm. *Surgery*, 1998. 123 (2): 247-48.
9. Arca MJ, Gagner M, Heniford BT, Sullivan TM, Beven EG. Splenic artery aneurysms: methods of laparoscopic repair. *J Vasc Surg*, 1999. 30 (1): 184-8.
10. Tsugawa K, Hashizume M, Tomikawa M, Tanoue K, Migou S, Sugimachi K. Laparoscopic splenectomy for splenic artery aneurysm, 1999. 46(28) : 2631-4.
11. Adham M, Blanc P, Douek P, Henri L, Ducerf C, Baulieux J. Laparoscopic resection of a proximal splenic artery aneurysm. *Surg Endosc*, 2000. 14 (4): 327.

12. Meinke AK, Floch NR, Dicorato MP. Laparoscopic options in the treatment of splenic artery aneurysms. *Surg Endosc*, 2002.16 (7): 1107.
13. Stephanie S Saltzberg, MD, Thomas S Maldonado, MD, Patrick J. Lamparello, MD,
14. David M. Warshauer, Section Editor. Image of the Moth. *Gastroenterology*, 2002. 123: 1427.
15. Hideki Suzuki, Tatsuo Shimura, Tahayuki Asao, Kenichi Nomoto, Kenichi Kanoh et al. Laparoscopic resection of splenic artery aneurysm; a case report. *Hepato-gastroenterology*, 2002. 49: 1520-1522.
16. J Bligh, R Farrow. A 66 year old woman with a rash: case progression. *BJM*, 2003. 326 (22): 640.
17. Hageman JH, Smith RF, Szilagyi E, Elliott JP. Aneurysms of the renal artery: problems of prognosis and surgical management. *Surgery*, 1978. 84: 563-72.
18. Bulbul MA, Farrow GA. Renal artery aneurysms. *Urology*, 1992. 40: 124-6.
19. Toshino A, Oka A, Kitajima K, Akiyama K, Mitsuhashi N, Mannami R et al. Ex vivo surgery for renal aneurysms. *Int J Urol*, 1996. 3 (6): 421-5.
20. Tateno T, Kubota Y, Sasagawa I, Sawamura T, Nakada T. Successful embolization of renal artery aneurysm with preservation of renal blood flow. *Int Urol. Nephrol*, 1996. 28: 283-7.
21. Gill IS, Murphy DP, Hsu TH, Fergany AMR, Fettouh EL, Meraney AM. Laparoscopic repair of renal artery aneurysm. *J Urol* 2001, 166: 202-205.
22. Shanley CJ, Shah NL, Messina LM. Aneurismes rares des arteries digestives: arteres pancreatico-duodenales, gastroduodenale, mesenterique superieure, mesenterique inferieure et colique. *Ann Chir Vasc*, 1996,10 : 506-515.
23. Chiesa R, Astore D, Guzzo G, Frigerio S, Tshomba Y, Castellano R, Liberato de Moura MR, Melissano G. *Annales de Chirurgie Vasculaire*, 2005, 19(1): 42-48.
24. Shanley CJ, Shah NL, Messina LM. Aneurismes des arteries digestives: tronc coelique, arteres splenique et hepatique. *Ann Chir Vasc*, 1996,10(3) : 315-322.
25. Ahn SS, Clem MF et al. Laparoscopic aortofemoral bypass: initial experience in an animals model. *Ann Surg*, 1995. 222:677.
26. Edoaga JK, James KV, Resnikoff M et al. Laparoscopic aortic aneurysm resection. *J Endovasc Surg*, 1998. 5(4): 335-44.

27. Arous EJ, Nelson PR, Yood SM, Kelly JJ, Sandor A, Litwin DE. Hand assisted laparoscopic aortobifemoral bypass grafting. *J Vasc Surg*, 2000. 31: 1142-8.
28. Castronuovo JJ Jr, James KV et al. Laparoscopic assisted abdominal aortic aneurysmectomy. *J Vasc Surg*, 2000. 32 (2): 224-33.
29. Kolvenbach R, Da Silva L, Deling O, Schwierz E. Video-Assisted aortic surgery. *J Am Coll Surg* 2000, 190 (4): 451-7.
30. Dion YM, Gracia C: Totally laparoscopic aortic abdominal aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2001. 33: 181-5.
31. Mohr FW, Falk V, Diegeler A et al. Computer-enhanced robotic cardiac surgery: experience in 148 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2001 May; 121(5): 842-53.
32. PC Giulianotti et al. Robotics in General Surgery: personal experience in a large community Hospital. *Arch Surgery*, 2003. Jun; 138:777-784.
33. Wisselink W, Cuesta MA, Gracia C. Robot-assisted laparoscopic aortobifemoral bypass for aortoiliac occlusive disease: a report of two cases. *J Vasc Surg*, 2002. 36: 1079-82.
34. Lanfranco Anthony R, BAS, Andreas E. Castellanos, MD, Jaydev P Desai, PhD, and William C. Meyer, MD. Robotic Surgery. A current perspective. *Ann Surg*, 2004. 239(1): 14-21.
35. Inderbir S. Gill, MD, MCh Gyung Tak Sung, MD, PhD and Garth H Ballantyne, MD. Robotic Surgery. *The surgical clinics of North America*, Dec 2003. Vol: 83(6).