



**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA**

CORSO DI DOTTORATO IN SALUTE DELL'UOMO

Coordinatore: Prof. Armando Gabrielli

**EMICOLECTOMIA DESTRA ROBOTICA CON ANASTOMOSI
INTRACORPOREA VERSUS LAPAROSCOPICA CON
ANASTOMOSI EXTRACORPOREA**

TESI DI DOTTORATO DI RICERCA

Settore Concorsuale: 06/C1 - Chirurgia Generale

Settore Scientifico Disciplinare: MED/18 - Chirurgia Generale

RELATORE:

Chiar.mo Prof. Mario Guerrieri

DOTTORANDO:

Dr. Luca Cardinali

INDICE

CAPITOLO 1

CHIRURGIA ROBOTICA

1. Storia	Pag. 1
2. Sistema Robotico Da Vinci	Pag. 6
2.1. Robot Da Vinci Si HD	Pag. 6
2.2. Strumenti Endo-Wrist	Pag. 11
2.3. Nuove tecnologie	Pag. 16

CHIRURGIA ADDOMINALE ROBOT-ASSISTISTA

Stato dell'arte	Pag. 19
-----------------------	---------

CAPITOLO 2

EMICOLECTOMIA DESTRA MINI-INVASIVA

1. Introduzione.....	Pag. 24
2. Emicolectomia destra robotica con anastomosi intracorporea.....	Pag. 26
3. Emicolectomia destra laparoscopica con anastomosi extracorporea.....	Pag. 37

CAPITOLO 3

<i>SCOPO DELLO STUDIO</i>	Pag. 41
--	---------

<i>MATERIALI E METODI</i>	Pag. 42
--	---------

<i>RISULTATI</i>	Pag. 53
-------------------------------	---------

<i>DISCUSSIONE</i>	Pag. 57
---------------------------------	---------

<i>BIBLIOGRAFIA</i>	Pag. 62
----------------------------------	---------

CAPITOLO 1

CHIRURGIA ROBOTICA

1. STORIA

La chirurgia robotica rappresenta il raffinato frutto dell'applicazione in ambito medico di evoluti e sofisticati sistemi robotici progettati e messi a punto per coadiuvare l'attività del chirurgo in sala operatoria. Agli inizi del novecento, il robot, divenuto oggi giorno un mezzo largamente diffuso nella vita di tutti i giorni, ha segnato una svolta nell'automazione della produzione industriale prima e tecnico-scientifica dopo.

Il termine Robot, dal cecoslovacco Robotnik (lett. lavoratore forzato, schiavo, servo), è stato utilizzato per la prima volta dal drammaturgo Karel Capek nella sua opera fantascientifica "R.U.R. Rossum's Universal Robot", pubblicata nel 1920 e sceneggiata il 25 gennaio dell'anno seguente presso il celebre Teatro Nazionale di Praga. (1) L'Oxford Dictionary definisce "Robot" ed il suo derivato "Robotics" (Robotica) rispettivamente come "a machine capable of automatically carrying out a complex series of movements, especially one which is programmable" (2) e "the branch of technology that deals with the design, construction, operation, and application of robots". (3) Analogamente, l'enciclopedia italiana Treccani definisce il "Robot" come un "manipolatore riprogrammabile, multiscopo progettato per muovere oggetti, parti, attrezzi o apparecchiature specializzate attraverso vari movimenti, programmati per l'esecuzione di una varietà di compiti" (4), mentre per "Robotica" intende il "settore disciplinare che ha per oggetto lo studio e la realizzazione di robot e le loro applicazioni in attività di produzione industriale e ricerca scientifica e tecnologica". (5) Una brillante ed autorevole definizione del concetto di "Robotica" viene fornita dal Prof. Michael Brady, fondatore del *Robotics Research Laboratory* presso il Dipartimento di Scienze Ingegneristiche dell'Università di Oxford (UK), il quale asserisce che "Robotics is that concerned with the connection of perception to action" ovvero "Robotica è ciò che riguarda la connessione della percezione all'azione". (6) Brady fornisce pertanto una definizione concettuale, essenziale, ma al

tempo stesso esauriente di “Robotica”, intesa come qualcosa di pervasivo e capace di interagire in maniera intelligente con l’ambiente circostante al fine di raggiungere un determinato obiettivo.

In ambito medico, nasce così quella che prende il nome di “robotica chirurgica” definita come: “Settore della bioingegneria relativo all’applicazione delle metodiche sviluppate per la tecnologia dei robot alla chirurgia, con lo sviluppo di apparati di ausilio o di parziale sostituzione dell’opera del chirurgo”. (7) La prima applicazione al mondo di un robot in ambito chirurgico risale al 1983, quando a Vancouver, presso l’ University of British Columbia (UBC) - Vancouver General Hospital (VGH), il Dr. James McEwen, capo del dipartimento di ingegneria biomedica, ed il Dr. Brian Day, chirurgo ortopedico, utilizzarono l’Arthrobot, primo sistema robotico avanzato per chirurgia ortopedica. (8) L’Arthrobot ha permesso di installare e manipolare dietro comando vocale del chirurgo l’arto del paziente durante la procedura chirurgica. (8) Bisogna tuttavia attendere ulteriori due anni per assistere alla prima vera chirurgia robotica al mondo. Nel 1985, a Los Angeles (USA) presso il Memorial Hospital of Los Angeles, il Dr. Yik San Kwoh eseguiva la prima procedura chirurgica robot-assistita in ambito neurochirurgico. (9, 10) Utilizzando il sistema UNIMATE PUMA 200 (Programmable Universal Machine for Assembly), dispositivo robotico TC-guidato, veniva portata a termine la prima biopsia cerebrale mirata robot-assistita. (9, 10) Al 1988 risale invece la prima procedura chirurgica ortopedica robotica: mediante l’ausilio del sistema chirurgico integrato ROBODOC, il Dr. Bargar W.L., chirurgo ortopedico dell’Università della California - Sutter General Hospital - Sacramento (CA), praticava un foro nel femore di un paziente in corso di intervento di artroprotesi totale d’anca. (11) Nello stesso anno, a Londra presso l’Imperial College, il Prof. Davies Brian L. eseguiva la prima resezione prostatica transuretrale (TURP) robot-assistita utilizzando il sistema robotico PROBOT. (12) Bisogna attendere il 1993 per assistere alla prima applicazione di un robot in chirurgia addominale. A San Diego (USA), presso il San Diego Medical Center - University of California, i Proff. Wang Y. e Sackier J.M. utilizzarono l’AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning), braccio robotico munito di endoscopico a controllo vocale, che ha permesso al chirurgo di indirizzare l’ottica conservando la visione sul campo operatorio come se disponesse di una terza mano. (13) Un passo importante nell’evoluzione dei sistemi robotici in campo medico è da attribuirsi alla progettazione e sviluppo dei cosiddetti sistemi robotici master/slave (padrone/schiavo), nei quali il chirurgo (master), mediante l’utilizzo di una consolle

computerizzata, guida e comanda i bracci robotici (slave) che riproducono sul paziente, alla perfezione ed in maniera raffinata, i gesti del chirurgo eseguiti alla consolle. I sistemi master/slave che hanno segnato la storia della chirurgia robotica sono stati i robots “Zeus” e “Da Vinci”. Il sistema robotico “Zeus”, messo a punto nel 1998 e prodotto dalla Computer Motion, era in origine costituito da 1 consolle chirurgica computerizzata con schermo 2D e 3 bracci robotici ancorati al tavolo operatorio (1 braccio endoscopico a guida vocale e 2 bracci operatori con guida a joystick da consolle). Il robot “Zeus” venne utilizzato per quello che può essere considerato il primo vero e proprio intervento di chirurgia laparoscopica robot-assistita. Nel 1998, infatti, in Ohio (USA) presso il centro di chirurgia mini-invasiva della Cleveland Clinic Foundation, il Dr. Falcone M. portava a termine il primo intervento al mondo di anastomosi tubarica (istmica-istmica) destra laparoscopica robot-assistita in una donna di 33 anni per l’annullamento della precedente procedura chirurgica di sterilizzazione. (14) Nel 1999, utilizzando sempre il sistema robotico “Zeus”, il Dr. Boyd W.B. eseguiva in Canada presso il Minimally Invasive Cardiac Surgery London Health Sciences Center di London (Ontario) il primo intervento al mondo di By-pass cardiaco a torace chiuso e cuore battente. (15) Nel 2001, sempre utilizzando il sistema robotico “Zeus”, veniva portata a termine quella che, in ambito medico-chirurgico, è passata alla storia come “Operazione Lindbergh”. Il 7 Settembre 2001, il Prof. J. Marescaux, assistito dai Proff. J. Leroy e M. Gagner, eseguì il primo intervento transcontinentale di telechirurgia remota robot-assistita: da New York, utilizzando la consolle robotica “ZEUS”, il Prof. Marescaux operò di colecistectomia una donna di 33 anni sita presso il blocco operatorio “A” del Research Institute against Digestive Cancer (IRCAD) dell’Ospedale Universitario di Strasburgo. (16) L’intervento fu portato a termine in 45 minuti senza complicanze e la paziente venne dimessa entro 48 ore dall’intervento. (16) Successivamente, nell’anno 2003, la Computer Motion fu acquisita dalla Intuitive Surgical e da allora il sistema robotico “Da Vinci” divenne l’unica piattaforma robotica disponibile sul mercato. Prodotto dalla Intuitive Surgical (Sunnyvale, CA, USA) e frutto della collaborazione tra la NASA (National Aeronautics and Space Administration) e la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) del Ministero di Difesa degli Stati Uniti, il sistema robotico Da Vinci fu ideato e sviluppato a fine militare per fornire, mediante tecnologia remota, assistenza operatoria sul campo di battaglia da parte di un chirurgo seduto alla consolle chirurgica sita a distanza dalla sede delle operazioni militari. Col tempo, il robot Da Vinci ha visto cambiare il suo fine originario e ritagliarsi un ruolo di primo piano in ambito civile. Approvato nel 2000 dalla Food and Drug Administration (FDA), oggi il

sistema “Da Vinci” può essere definito come l’emblema della chirurgia moderna, un device sofisticato e tecnologicamente avanzato. Originariamente, il robot “Da Vinci” si componeva di una consolle chirurgica computerizzata 3D, un carrello paziente munito di quattro bracci robotici e di un carrello visione dotato di schermo 2D. Nel mese di Maggio 1998, presso l’Hopital Broussais di Parigi, il Prof. Alain Carpentier eseguiva il primo intervento robot-assistito di riparazione di una valvola mitrale per mezzo di un prototipo del robot “Da Vinci”. (17) Una settimana dopo, in Germania presso l’Heart Centre Leipzig, il suo collega e amico Prof. Friedrich-Wilhelm Mohr portava a termine il primo intervento di by-pass cardiaco robot-assistito sempre utilizzando il sistema “Da Vinci”. (18) Per quanto riguarda la chirurgia addominale robotica, i primi passi sono stati mossi dal gruppo belga del Prof. Jacques Himpens che nel 1998, presso il Service de Chirurgie Digestive dell’Hopital Saint-Pierre di Bruxelles, grazie al Mona-robot, prototipo del sistema “Da Vinci”, eseguiva la prima colecistectomia robot-assistita al mondo. (19) Lo stesso anno, sempre all’Hopital Saint-Pierre di Bruxelles, il Prof. Guy-Bernard Cadiere, allievo e collega del Prof. Himpens, utilizzando sempre il Mona-robot, portava a termine inizialmente il primo intervento di Nissen-funduplicatio robotica per patologia da reflusso gastro-esofageo (20) e, poche settimane dopo, il primo intervento di chirurgia bariatrica robot-assistita, eseguendo un bendaggio gastrico robotico. (21) In ambito urologico, si deve all’operato del Prof. Abbou C.C. l’esecuzione della prima prostatectomia radicale robot-assistita, portata a termine nell’anno 2000 presso il Service d’Urologie - Hôpital Henri Mondor di Creteil (FR). (22)

Dalla sua uscita sul mercato, il sistema robotico “Da Vinci” ha visto il susseguirsi di periodici aggiornamenti ed implementazioni tecnologiche che lo hanno portato ad essere la piattaforma chirurgica robotica più evoluta ad oggi in commercio. Dalla prima versione del 1999, denominata “Da Vinci Standard”, si è passati alla versione “Da Vinci S” del 2006 dotata di una visione ad alta risoluzione (HD) e di un set-up veloce e semplificato. Nel 2009 fa la sua comparsa il modello “Da Vinci Si”, munito di visione magnificata “full HD”, ergonomia superiore e controlli chirurgici aumentati. (23) L’ultimo aggiornamento del “Da Vinci” risalente all’anno 2014 e denominato “Da Vinci Xi”, si contraddistingue per un evoluto carrello paziente, una “cristal vision” implementata di visione a fluorescenza ed infine per una consolle chirurgica con ergonomia migliorata. Sempre nel 2014, la Intuitive Surgical introduceva sul mercato la versione “single port” del sistema robotico “Da Vinci”, chiamata “Da Vinci Xi SP 999”. (24) A

differenza della tradizionale versione “Xi”, questo modello si caratterizza per la presenza di un carrello paziente dotato di un unico braccio robotico articolato capace di consentire l’introduzione in addome, attraverso un unico trocar, di 3 strumenti laparoscopici flessibili (pinze, dissektore e forbice) e di una telecamera articolata. (24) Grazie alle sue sofisticate peculiarità, il robot “Da Vinci” ha raggiunto una diffusione planetaria ed ad oggi se ne contano circa 4149 modelli variamente diffusi nei vari paesi. (25) Con circa 2703 robot “Da Vinci”, gli Stati Uniti si collocano al primo posto per diffusione di tecnologia robotica chirurgica, seguita dall’Europa e dall’Asia rispettivamente con 698 e 538 unità. (25) Nel tempo, si è assistito ad una progressiva crescita non solo del numero delle procedure robot-assistite eseguite, passate da circa 300.000 interventi nel 2011 ad oltre 900.000 nel 2017, ma anche ad un crescente numero di pubblicazioni scientifiche relative al ruolo dell’assistenza robotica nelle varie branche della chirurgia, passate da poco più di 100 nel 2015 ad oltre 2200 nel 2017. (25) Negli ultimi anni, sono stati progettati sistemi robotici alternativi al ben noto “Da Vinci” e siamo ormai prossimi alla loro uscita sul mercato. Se per anni la Intuitive Surgical Inc., azienda produttrice del “Da Vinci”, è stata la detentrici assoluta ed incontrastata di questo importante settore commerciale, oggi nuove aziende si stanno affacciando all’orizzonte determinate ad imporre nuovi e sempre più evoluti sistemi robotici: dimostrazione questa che la chirurgia robotica rappresenta senza dubbio una nuova frontiera per la chirurgia del futuro. L’azienda americana TransEnterix, con sede a Morrisville in Carolina del Nord, ha progettato il sistema robotico “Senhance Robotic System” approvato nel 2017 dalla FDA (Food and Drug Administration) ed attualmente in uso oltre che negli Stati Uniti anche in paesi quali la Germania, UK, Francia, Italia e Giappone. (26) Il “Senhance Robotic System” è un sistema robotico master-slave, dotato di una consolle computerizzata dotata di schermo 3D e di 4 bracci robotici indipendenti. (26) Gli elementi di forza di questo nuovo robot chirurgico sono rappresentati dal controllo della fotocamera con tracciamento ottico, dalla presenza di un feed-back tattile e di forza, che consente l’esecuzione di movimenti sempre più precisi, e dall’utilizzo di una strumentazione da 5 mm. (26) Sebbene non ancora approvati dalla FDA, due innovativi sistemi robotici sono stati progettati ed a breve vedranno verosimilmente il loro ingresso sul mercato. Il primo robot in questione è il “SPORT (Single Port Orifice Robotic System Technology) Surgical System” dell’azienda canadese Titan Medical. Questo robot, ideato per la chirurgia mini-invasiva single-port, è munito di una consolle chirurgica a visione tridimensionale, di un carrello paziente a braccio singolo e da sofisticati strumenti multi-articolati di tipo “snake”. (27) Il secondo, chiamato “MicroSurg” e prodotto

dall'azienda statunitense Medtronic, si caratterizza per la presenza di una consolle chirurgica con video 3D e di 3 bracci robotici articolati e solidali al letto-paziente guidati da una scansione laser del paziente per facilitare il posizionamento dei trocar. (28) Ulteriori due aziende specializzate nell'ingegneria robotica hanno progettato due nuovi sistemi robotici: la Cambridge Medical Robotics (CMR), azienda inglese, ha sviluppato il "Versius Surgical Robotic System", un innovativo robot munito di strumentario chirurgico da 5 mm articolato su 7 assi e da bracci robotici indipendenti con 4 gradi di articolazione (29), mentre l'azienda tedesca AVATERA ha messo a punto l'"AVATERA Surgical Robot System", di cui attualmente si hanno solo scarse indiscrezioni. (30)

2. SISTEMA ROBOTICO DA VINCI

2.1. ROBOT DA VINCI SI HD

La piattaforma robotica "Da Vinci Si HD", attualmente in uso presso il nostro centro, costituisce un presidio evoluto e tecnologicamente avanzato per l'esecuzione di interventi di chirurgia addominale con approccio mini-invasivo. Il robot "Da Vinci" è stato progettato e, nel tempo, aggiornato e perfezionato col fine di garantire al chirurgo una magnificazione del campo operatorio, il completo filtraggio del fisiologico tremore delle mani ed una maggiore maneggevolezza dello strumentario chirurgico rispetto a quello laparoscopico convenzionale. (31, 32) Gli strumenti robotici (pinze, forbici, dissectore, bisturi ad ultrasuoni, etc), infatti, sono dotati di un'articolazione snodata (wrist) che consente una manovrabilità su sette assi ed una rotazione massima di quasi 360°. (31, 32) L'altro punto di forza del robot "Da Vinci" è costituito da un sistema camera-ottica capace di ricreare una visione tridimensionale del campo operatorio con immagini ad elevata definizione (HD) ed una magnificazione dei dettagli anatomici fino a 10 volte (33).



Figura 1 Robot Da Vinci SI HD*

Le componenti basilari del sistema robotico “Da Vinci Si HD” sono tre: la console chirurgica, il carrello paziente e il carrello visione. (31)

➤ *CONSOLE CHIRURGICA*

La console chirurgica si compone di due manipolatori (master controllers), di una pedaliera dotata di tre pedali, di un touchpad per la configurazione del sistema e dell'apparato visore stereo che permette la visualizzazione del campo operatorio.



Figura 2 Consolle Chirurgica*

I due master controllers, manipolatori simili a braccia articolate dotate di impugnatura per le dita alle loro estremità, consentono di riprodurre fedelmente all'interno del campo operatorio i gesti del chirurgo eseguiti alla console. Inoltre, la loro disposizione simmetrica rispetto all'apparato

visore stereo binoculare, permette l'allineamento occhi-mani, esistente nella tradizionale chirurgia open, favorendo così l'esecuzione di gesti chirurgici in maniera intuitiva e semplificata.



Figura 3 Master controllers*

Il sistema robotico, tramite i due manipolatori (master controllers), è capace di fornire al chirurgo, sebbene in maniera ancora elementare, un “primordiale” feed-back tattile della forza applicata al tessuto nel corso delle varie gestualità (dissezione anatomica, isolamento delle strutture vascolari, confezionamento di suture chirurgiche o anastomosi), per mezzo di sensori sofisticati che rilevano la resistenza incontrata dagli strumenti durante il loro movimento. Va tuttavia precisato che l’evoluta funzione “haptic feed-back”, propriamente detta, non è stata ancora adeguatamente sviluppata nei sistemi “Da Vinci” attualmente in commercio. Pertanto, sebbene in parte compensato dal più valido feedback visivo garantito dalla visione tridimensionale, l’haptic feed-back sarà senza dubbio uno degli aspetti che verrà migliorato nelle future versioni di robot “Da Vinci”. I pedali invece, posizionati alla base della console chirurgica, consentono al chirurgo di selezionare i bracci robotico attivi, gestire ed attivare gli strumenti robotici (elettrobisturi, vessel-sealer, elettrocoagulatore) e di ottimizzare la messa a fuoco del sistema camera-ottica.

➤ *CARRELLO PAZIENTE*

Il carrello paziente, dotato di quattro bracci robotici (semplicemente tre nella versione originaria) è un elemento mobile che viene avvicinato al letto operatorio in posizioni differenti a seconda della procedura chirurgica da eseguire. Può essere definito come la struttura operativa del “Da Vinci” adibita a sorreggere il sistema camera-ottica e gli strumenti robotici gestiti a distanza dal chirurgo tramite la console chirurgica.



Figura 4 Carrello paziente*

Similmente a quanto avveniva nella versione originaria, ma diversamente dall'ultima versione commercializzata ("Da Vinci XI"), il modello "Da Vinci Si" presenta il braccio adibito a sorreggere la telecamera sempre in posizione centrale. Le braccia operative si dispongono invece ai suoi lati consentendo così di preservare il concetto di triangolazione proprio della laparoscopia. Il quarto braccio robotico, attivato facoltativamente ed a discrezione del chirurgo, è utilizzato spesso per esporre il campo operatorio nelle varie fasi della procedura chirurgica. Un tempo fondamentale degli interventi robotici è quello che prende il nome di "Docking". Questa fase consiste nell'agganciare ai trocar metallici, precedentemente posizionati, i bracci robotici sui quali verranno poi allocati il sistema camera-ottica e gli strumenti operativi. Gli endoscopi che vengono utilizzati dal robot "Da Vinci" possono avere un calibro di 12 mm o 8.5 mm ed essere dotati di un'estremità piatta (ottica 0°) o obliqua (ottica 30°). Il sistema camera-ottica del robot Da Vinci permette una visualizzazione di 60 gradi del campo operatorio con un ingrandimento dei dettagli anatomici di circa 6-10 volte (31).

➤ *CARRELLO VISIONE*

Il carrello visione può essere definito come una torretta munita del sistema di elaborazione dati (core), sito in basso, e dell'apparato video, posto alla sua sommità.



Figura 5 Carrello visione*

Il monitor touchscreen ad alta definizione consente all'equipe, disposta al tavolo operatorio, di seguire l'intervento ed assistere il primo operatore, seduto alla console robotica, nelle vari fasi della procedura chirurgica. Il carrello visione, essendo fornito di diversi ripiani, può allocare oltre all'insufflatore, anche i device elettromedicali.

Le peculiarità ed i punti di forza del robot "Da Vinci Si HD" (IS3000) sono i seguenti:

- *Visione magnificata grazie all'utilizzo di sistemi camera-ottica ad alta definizione e dotati di funzione di autofocus del campo operatorio;*
- *Strumentazione chirurgica d'avanguardia grazie ai device Endo-Wrist;*
- *Elevata fluidità dei movimenti dovuta alla maggiore ergonomia e confort postulare di cui beneficia il primo operatore seduto alla console chirurgica ed alla funzione di movimento intuitivo della strumentazione robotica Endo-Wrist, che consente movimenti raffinati ed accurati anche in campi operatori estremamente ridotti;*
- *Scomparsa del fisiologico tremore delle mani e controllo di eventuali gesti accidentali del chirurgo grazie al dimensionamento in scala dei movimenti;*
- *Gestione ed attivazione dei terminali mediante raffinato controllo sulle estremità delle dita;*

- *Ripristino dell'allineamento occhi-mani, tipico della chirurgia open, che favorisce l'esecuzione di movimenti intuitivi e naturali;*
- *Elevata sicurezza ed affidabilità di funzionamento grazie ai controlli automatici di sicurezza eseguiti costantemente dal robot in tutte le fasi operatorie;*
- *Potenziale capacità di eseguire interventi in telechirurgia o di disporre di assistenza e/o consulenza operatoria attiva con tecnologia remota a distanza;*
- *Possibilità di disporre di un'eventuale doppia consolle per interventi combinati;*
- *Possibilità di esercitazione ed apprendimento delle varie procedure chirurgiche grazie a simulatori robotici che consentono al chirurgo di riprodurre in anticipo le fasi salienti dell'intervento.*

Tra i punti deboli del sistema robotico “Da Vinci Si” possiamo annoverare:

- *Mancanza di un vero e proprio haptic feed-back (feed-back tattile) capace di fornire informazioni relative all'entità della forza applicata dal chirurgo alle varie strutture anatomiche;*
- *Elevati costi di acquisto del sistema robotico e di gestione della strumentazione robotica;*
- *Addestramento approfondito dell'equipe e del personale di sala operatoria.*

2.2. STRUMENTI ENDO-WRIST

Gli strumenti Endo-Wrist sono stati ideati e sviluppati col fine di implementare la destrezza manuale del chirurgo. Le peculiarità che li contraddistinguono sono rappresentate dalla capacità di movimento su 7 assi e dalla presenza di un polso articolato che permette movimenti fino a quasi 360 gradi. Il robot “Da Vinci” dispone di un set di strumenti Endo-Wrist composto da un'ampia variabilità di device a disposizione del chirurgo e pronti ad essere utilizzati nelle varie fasi dell'intervento chirurgico. Questi strumenti possono essere distinti in base al calibro in device da 8 e 5 mm, mentre in base alla funzione in device da cauterizzazione e presa/sezione (pinze, porta-ago, forbici, retrattori). A loro volta, gli strumenti da coagulo, in base al tipo di

energia utilizzata, possono essere contraddistinti in strumenti ad energia elettrica (monopolare/ bipolare) o ad ultrasuoni (34).

➤ **DEVICE ROBOTICI:**

• **Strumenti a coagulazione monopolare°: (Fig. 6-7)**



Figura 6



Figura 7

• **Strumenti a coagulazione bipolare°: (Fig. 8-9)**



Figura 8



Figura 9

- Strumenti ad ultrasuoni°: (Fig. 10)



Figura 10

- Applicatori clip°: (Fig. 11-12)



Figura 11



Figura 12

- Porta-ghi°: (Fig. 13-14)



Figura 13



Figura 14

- Pinze da presa°: (Fig. 15-16)



Figura 15



Figura 16

- Forbici°: (Fig. 17)



Figura 17

- Palpatore°: (Fig. 18)



Figura 18

- **Strumenti One Endo-Wrist:**

✓ *Endo-Wrist One Suction/Irrigator*°: (Fig. 19)



Figura 19

L'Endo-Wrist One Suction/Irrigator è un device a punta articolata a 45° che gestisce l'irrigazione e l'aspirazione di gas e liquidi.

✓ *Endo-Wrist One TM Vessel Sealer*°: (Fig. 20)



Figura 20

L'Endo-Wrist One TM Vessel Sealer è uno strumento monouso, elettrochirurgico bipolare, da 8 mm, dotato di polso articolato, capace di coagulare e sezionare vasi di calibro fino a 7 mm. È stato messo a punto e commercializzato per essere utilizzato con il sistema robotico "Da Vinci Si" e col generatore elettrochirurgico "ERBE VIO 300 D". (31, 35) Questo device è dotato di molteplici peculiarità: polso articolato che consente al chirurgo l'esecuzione di movimenti millimetrici, ottimale sigillatura del tessuto per mezzo della chiusura costante distribuita su una

superficie di 16 mm, accurata capacità di dissociazione tessutale grazie alla fine punta di dissezione, ridotta dispersione del calore grazie alle due ganasce a doppia cerniera termicamente isolate, efficace e sicura funzione di coagulazione. (31, 35) La diffusione termica ai fasci nervosi ed alle strutture vascolari adiacenti è circoscritta entro un perimetro di 1-2 mm. Lo strumento può essere utilizzato in duplice modalità: con le branche aperte per eseguire la coagulazione a punti (modalità bipolare), con le branche chiuse per sigillare il tessuto e/o vasi (modalità sigillante). Rispetto ad altri dispositivi bipolari, il Vessel Sealer genera meno fumo e la lama di taglio, di cui è munito, permette una sezione graduale e netta dei tessuti. (31, 35)

2.3. NUOVE TECNOLOGIE

Tra le nuove tecnologie a disposizione del sistema “Da Vinci Si” vanno annoverate: la piattaforma “Single Site”, il “Firefly imaging” e la doppia consolle.

- *“Da Vinci Single Site”*: la fusione del concetto di chirurgia single-site anche detta single-port o single-incision (singolo-accesso, singolo-port o singola-incisione) e della tecnologia robotica ha rappresentato il più recente passo avanti in ambito tecnologico per quanto riguarda la chirurgia mini-invasiva. (36) Il set di strumentazione robotica single-incision specifico per il robot “Da Vinci” è stato progettato per far fronte ai noti limiti della chirurgia laparoscopica single-site: scarso confort per il chirurgo, conflitto tra gli strumenti, difficoltosa visione di strutture anatomiche critiche, deficitaria triangolazione tra gli strumenti operativi ed il sistema camera-ottica. La piattaforma di chirurgia robotica single-site “Da Vinci” è un nuovo sistema operativo robotizzato semi-rigido ideato e messo a punto per funzionare con il sistema operativo Intuitive Surgical da “Vinci Si”. (37) Gli strumenti chirurgici di questa nuova piattaforma robotica, semi-flessibili e dotati di estremità articolate, riescono a seguire senza difficoltà la direzione della cannula curva semi-rigida ed ad arrivare nel campo chirurgico in modo naturale e simile a quello della laparoscopia tradizionale multi-port. Queste peculiarità consentono di ripristinare la normale triangolazione rendendo più semplici le procedure chirurgiche rispetto alla tradizionale chirurgia laparoscopica a singola incisione. (37, 38) La piattaforma Da Vinci single-site si compone di un gel access-port in materiale morbido-flessibile che viene posizionato previa unica incisione eseguita a livello peri-ombelicale. Questo access-port

è munito di una valvola di insufflazione e di 4 accessi per il posizionamento di 4 trocar: 2 retti per l'introduzione rispettivamente del sistema camera-ottica e degli strumenti dell'assistente chirurgo, 2 curvi per il posizionamento degli strumenti operativi snodati robotici. (39) La curvatura degli strumenti robotici single-site permette loro di incrociarsi a livello del sito di ingresso in addome e di ricreare un grado di triangolazione basilare per prevenire conflittualità tra i device ed il sistema camera-ottica. Infine la tecnologia robotica ed il software di elaborazione dati consente al chirurgo di gestire lo strumento chirurgico controlaterale, incrociatosi all'interno dell'addome, come se fosse omolaterale in maniera del tutto analoga a quanto avviene nella chirurgia laparoscopica convenzionale, con conseguente beneficio tecnico e aumentata accuratezza nell'esecuzione delle manovre chirurgiche più sofisticate. (39)

- *Firefly imaging*: la recente introduzione di un sistema di imaging intraoperatorio a fluorescenza nel vicino infrarosso (NIF) installato sul sistema robotizzato da "Vinci Si" ha permesso ai chirurghi di identificare i segnali NIF intravascolari in tempo reale. (40) Questa tecnologia consente pertanto la visualizzazione di immagini ad alta risoluzione del flusso sanguigno, della perfusione di organi (anse intestinali) e tessuti molli, mediante illuminazione a fluorescenza dopo somministrazione per via endovenosa del mezzo di contrasto indocianina verde (ICG). (31, 40) L'interfaccia di questo sistema consente al chirurgo di passare in maniera del tutto naturale e semplice dalla visualizzazione 3D-HD standard a quella 3D-HD a fluorescenza. L'illuminazione mediante tecnologia LED riduce inoltre al minimo i tempi di inattività e le conseguenti spese associate all'eventuale sostituzione della lampada. (41)

- *Console doppia*: il sistema chirurgico da "Vinci Si" può essere munito di una doppia console utilizzata sia per l'apprendimento/formazione che per la collaborazione attiva in corso di intervento chirurgico. Durante un intervento con doppia console, i chirurghi si siedono sulle rispettive consolle dalle quali possono vedere le stesse immagini ad alta definizione dell'anatomia fornite dall'endoscopio 3D (tubo flessibile con una fotocamera e luce sulla punta). Quando la doppia console viene utilizzata per l'allenamento, il controllo degli strumenti può essere facilmente e rapidamente scambiato durante

l'intervento chirurgico: in questo modo il chirurgo tutor può trasferire il controllo degli strumenti al collega allievo in qualsiasi momento. Ciò consente un modello di istruzioni see-and-repeat (vedi e ripeti) ideato per accelerare la curva di apprendimento. (42) Per la chirurgia collaborativa con doppia console, i due chirurghi possono operare in concerto all'unisono. Pertanto, mentre il primo chirurgo svolge i compiti principali dell'intervento, l'aiuto lo assisterà mediante un'altra attività, come la retrazione viscerale o l'allineamento delle anse intestinali in fase di confezionamento dell'anastomosi chirurgica. (42)

CHIRURGIA ADDOMINALE ROBOT-ASSISTITA

STATO DELL'ARTE

Dopo la sua approvazione da parte della Food and Drug Administration nel 2000, l'uso del sistema robotico "Da Vinci" si è progressivamente diffuso come dimostrato dal numero crescente delle pubblicazioni scientifiche. (43) La visione tridimensionale ad alta definizione, il movimento degli strumenti a forma di polso (Endo-Wrist), la tenuta stabile della fotocamera, il filtro di movimento per la chirurgia senza tremore e una migliore ergonomia per il chirurgo sono gli indiscussi vantaggi del sistema robotico che teoricamente dovrebbe fornire migliori risultati clinici per il paziente. (43) Sebbene i chirurghi riportino con fermezza un feed-back positivo nell'uso del robot in svariate procedure mini-invasive, non esistono ancora indiscusse evidenze in letteratura della superiorità della chirurgia robotica rispetto alla laparoscopia tradizionale nella chirurgia generale. La difficoltà della procedura di set-up dei modelli originari (in parte sorpassata dalle peculiarità tecniche dei modelli più recenti e dalla standardizzazione degli interventi chirurgici) e la peculiarità di operare in campi chirurgici fissi e delimitati hanno impedito l'utilizzo quotidiano del robot nella chirurgia generale e specialmente in quella addominale. (44) Infatti, se da un lato i suoi estimatori qualificano il robot come un radicale rinnovamento, i detrattori ne esaltano i costi, i tempi chirurgici prolungati per la sua preparazione e l'assenza di evidenze cliniche laddove confrontate con la laparoscopia. (44) Va precisato inoltre che, sebbene studi comparativi sui risultati a breve termine siano stati pubblicati, quest'ultimi si basano esclusivamente su piccole serie e nella maggior parte dei casi su studi retrospettivi: la letteratura scientifica risulta ancora carente di studi clinici prospettici randomizzati controllati con adeguati follow-up capaci di fornire informazioni sufficienti. (44)

Alla luce di queste considerazioni ed al fine di presentare uno stato dell'arte sui potenziali vantaggi dell'assistenza robotica nella chirurgia addominale mini-invasiva, è opportuno analizzare nel dettaglio il ruolo che il robot riveste nelle principali procedure di chirurgia addominale.

La colecistectomia robot-assistita, considerata l'intervento iniziale d'apprendimento per la maggior parte dei chirurghi robotici, si è dimostrata una procedura sicura ed efficace, ma gravata da tempi operatori e costi maggiori. Data l'assenza di evidenti vantaggi clinici (tempi

operatori, tasso di conversione, morbilità e durata della degenza) rispetto all'analoga procedura laparoscopica, diversi studi hanno concluso che non sia giustificabile, da un punto di vista di rapporto costo-beneficio, l'utilizzo del robot in questa procedura chirurgica. (45-49) Sempre nell'ambito dell'intervento di colecistectomia mini-invasiva, diversi studi concludono che sebbene l'uso del robot non sia giustificato nella tradizionale procedura laparoscopica multi-port (MPLC), questo possa trovare un ruolo significativo nell'esecuzione della colecistectomia laparoscopica single-site (LSSC). La prima serie di casi di colecistectomia robotica single-site (RSSC) è stata riportata da Wren S.M. e Curet M.J. nel 2011: nel loro studio, gli autori hanno confrontato i risultati post-operatori di 10 pazienti sottoposti a RSSC con quelli di ulteriori 10 pazienti sottoposti a MPLC concludendo che la RSSC è una procedura fattibile e comparabile alla MPLC. (50) Nell'anno successivo, Pietrabissa et al. concludono che la RSSC è una procedura facile e sicura per i chirurghi robotici esperti e che consente sia il rapido superamento della curva di apprendimento tipica della LSSC che un potenziale aumento della sicurezza nell'esecuzione della tecnica single-port. (51) Successivamente, svariati studi hanno avvalorato quanto precedentemente riportato dal gruppo italiano di Pietrabissa: il tasso di complicanze ed i risultati postoperatori della RSSC sono comparabili a quelli della LSSC. (45, 52-55) Attualmente la comunità scientifica, come riportato da recenti studi, è concorde nell'affermare che la RSSC presenta risultati analoghi a quelli della LSSC e che consente di superare le limitazioni intrinseche della tecnica laparoscopica single-site (coassialità, assenza di triangolazione, conflittualità e limitato range di movimento degli strumenti chirurgici, ridotta visualizzazione del campo operatorio, scarso confort per il chirurgo) grazie alla flessibilità degli strumenti robotici, alla triangolazione implementata dall'incrocio degli strumenti chirurgici a livello dell'access-port, alla gestione intuitiva degli strumenti robotici, all'immagine magnificata 3D del campo operatorio ed al maggior confort per il chirurgo seduto alla console robotica. (56-60)

Per quanto concerne la chirurgia epatica, recenti studi concludono che sebbene l'assistenza robotica possa aumentare il tasso di resezioni epatiche maggiori mini-invasive, allo stato attuale non sono riportati risultati clinici post-operatori migliori nelle procedure robot-assistite rispetto alle analoghe laparoscopiche. (45) L'epatectomia parziale robotica, intervento complesso sia per gli epatochirurghi open che per i laparoscopisti esperti, non ha dimostrato risultati clinici migliori rispetto all'analoga procedura laparoscopica, a fronte inoltre di costi operatori maggiori. (45) Berber et al. riportano risultati perioperatori simili tra la tecnica robotica e quella laparoscopica nella resezione di tumori epatici periferici con diametro inferiore a 5 cm.

(61) Risultati perioperatori (tempo operatorio, perdite ematiche intraoperatorie, test di funzionalità epatica post-operatoria, tasso di complicanze e durata della degenza) analoghi tra la tecnica robot-assistita e quella laparoscopica sono stati riportati da Yu et al. nel loro studio in cui 13 pazienti sottoposti ad epatectomia parziale robotica (10 settoriectomie laterali sinistre e 3 epatectomie sinistre) venivano messi a confronto con 17 pazienti sottoposti ad analoghe procedure laparoscopiche (6 settoriectomie laterali sinistre e 11 epatectomie sinistre). (62) Nello studio precedentemente citato, venivano inoltre riportati costi sanitari maggiori nel gruppo robotico. (62) L'epatectomia maggiore mini-invasiva rappresenta, senza dubbio, una reale sfida anche per i chirurghi laparoscopisti più entusiasti. Come riportato da alcuni studi, sebbene le ancore limitate serie a disposizione, il robot potrebbe aiutare a superare i limiti riscontrati in corso di epatectomia laparoscopica (difficoltà di suturare parenchimi epatici sanguinanti, necessità di eseguire complesse dissezioni ilari per un efficace controllo dell'afflusso vascolare, instabilità della piattaforma laparoscopica per le frequenti sostituzioni degli strumenti, potenziale tremore del sistema camera-ottica) e favorire un aumento del tasso di epatectomie maggiori mini-invasive come conseguenza della maggiore confidenza percepita dall'equipe chirurgica nell'esecuzione di delicate procedure chirurgiche (isolamento ilare epatico, dissezione epato-cavale, controllo delle strutture vascolari maggiori) semplificate dalla magnificazione dell'immagine 3D-HD e dall'aumentata destrezza dello strumentario chirurgico robotico. (45, 63-65)

La chirurgia pancreatica mini-invasiva, data la delicatezza delle strutture anatomiche interessate e la complessità dei tempi chirurgici che la contraddistinguono, almeno teoricamente, sembrerebbe poter beneficiare dei vantaggi forniti dall'assistenza robotica. Il robot potrebbe infatti superare i limiti intrinseci della laparoscopia (visione 2D, limitato range di movimento degli strumenti, difficoltoso controllo vascolare) ed agevolare l'esecuzione della dissezione delle strutture vascolari retroperitoneali in corso di interventi quali la splenopancreasectomia distale con preservazione della milza (DP) nonché il complesso tempo ricostruttivo della duodenocefalopancreasectomia (DCP) con il confezionamento delle anastomosi pancreatico-digiunale, epatico-digiunale e gastro-digiunale. (45) La DCP robot-assistita, la cui fattibilità e sicurezza è stata dimostrata da Giulianotti et al. nel 2001 (66), sembrerebbe portare ad una significativa riduzione delle perdite ematiche intra-operatorie, sebbene i risultati oncologici a breve termine, la morbilità e la mortalità risulterebbero equivalenti alla chirurgia open. (67) Relativamente alla splenopancreasectomia distale con preservazione della milza, una recente

review conclude che l'assistenza robotica potrebbe facilitata l'esecuzione di questa procedura chirurgica e ridurre il tasso di conversioni a chirurgia open. (45) Tre studi retrospettivi, condotti per comparare i risultati della DP robotica (R), laparoscopica (L) e open (O), hanno riportato i seguenti risultati: (45) ridotta degenza ospedaliera, maggior tasso di preservazione della milza, minori costi, maggiori tempi operatori nella RDP rispetto alla LDP e ODP (68); risultati analoghi al precedente studio ad eccezione dei costi operatori di minor entità nella LDP rispetto alla RDP (69); simile tasso di preservazione della milza tra le procedure in studio, ma tempi operatori minori nella RDP rispetto alla LDP. (70)

Per quanto riguarda la chirurgia funzionale gastrica, diversi studi randomizzati sono concordi nell'affermare che la funduplicatio robot-assistita per il trattamento della malattia da reflusso gastro-esofageo fornisce risultati clinici (tasso di complicanze postoperatorie, durata della degenza e costi ospedalieri) analoghi all'analogia procedura laparoscopica. (45, 71-75) Relativamente alla miotonia extra-mucosa sec. Heller per acalasia esofagea, differenti studi, come quanto riportato in una recente review (45), sono concordi nell'affermare che l'assistenza robotica comporti un minor tasso di perforazioni esofagee ed una migliore qualità della vita rispetto alla laparoscopia tradizionale. (76-79) La chirurgia oncologica gastrica, caratterizzata da una complessa ed estesa linfadenectomia e da un tempo ricostruttivo anastomotico delicato, potrebbe teoricamente beneficiare dell'assistenza robotica. Recenti studi sono concordi nell'affermare che rispetto alla tecnica open e laparoscopica tradizionale, la gastrectomia robot-assistita presenta risultati oncologici sovrapponibili in termini di linfonodi asportati e resezioni radicali (R0), simile tasso di morbilità postoperatoria, minore sanguinamento intraoperatorio, ridotta degenza ospedaliera, ma tempi chirurgici e costi superiori. (45, 80-81) Ulteriori studi inoltre concludono che l'utilizzo del robot può facilitare la linfadenectomia e la ricostruzione del tratto alimentare con confezionamento di anastomosi manuale (potenziale eccezione dei pazienti obesi) soprattutto in corso di gastrectomia totale con anastomosi esofago-gastrica. (45, 82-84)

Per quanto riguarda invece la chirurgia colo-rettale, sebbene l'assistenza robotica abbia fatto la propria comparsa in questo ambito più tardivamente rispetto a quanto avvenuto in altri settori della chirurgia generale, oggi giorno la sua diffusione sembrerebbe conoscere una fase di rapida ed ampia diffusione. Come riportato in un'ampia review del 2015 (45), diversi studi sono concordi nell'affermare che non vi siano differenze significative relative alla radicalità oncologica tra la colectomia robotica e quella laparoscopica. La stessa review sottolinea al tempo

stesso che la colectomia robot-assistita si associa a potenziali vantaggi quali un ridotto tasso di conversione alla laparotomia (45, 85-86) ed ad un semplificato confezionamento manuale dell'anastomosi intracorporea nell'emicolectomia destra. (87-88) Relativamente alla chirurgia rettale, un'ampia ed approfondita review del 2016 afferma che la chirurgia rettale robot-assistita sembrerebbe offrire vantaggi soprattutto nelle resezioni anteriori basse ed ultrabasse di retto associandosi ad un minor tasso di conversione ed a una migliore preservazione della funzione autonoma. (43) Sebbene gravata da tempi operatori indubbiamente maggiori, la chirurgia robotica del retto mostrerebbe risultati sovrapponibili a quella laparoscopica convenzionale in termini di qualità di escissione circonfenziale del mesoretto e tasso di complicanze postoperatorie. (43)

CAPITOLO 2

EMICOLECTOMIA DESTRA MINI-INVASIVA

1. INTRODUZIONE

L'emicolectomia destra è l'intervento chirurgico previsto per l'exeresi di tutte le patologie maligne (carcinomi, tumori gastrointestinali stromali (GIST), tumori mesenchimali e neuroendocrini) e sovente benigne (stenosi infiammatoria, angiodisplasie, diverticoli e polipi) di pertinenza del segmento colico compreso tra l'ultima ansa ileale e la flessura colica destra.

In caso di tumore colico maligno, l'intervento in questione prevede la resezione del segmento distale di ileo (ultimi 5-10 cm), del cieco, del colon ascendente, del colon trasverso prossimale e la contestuale exeresi di tutte le stazioni linfatiche site sul lato destro dell'asse vascolare mesenterico superiore. Nel dettaglio, si possono distinguere una colectomia destra standard e una colectomia destra allargata. Mentre la colectomia destra standard è indicata per tutte le patologie di pertinenza del cieco, appendice e colon ascendente, la colectomia destra allargata è prevista per il trattamento delle neoformazioni della flessura epatica e del colon trasverso medio-prossimale. L'emicolectomia destra standard contempla l'exeresi degli ultimi 5-10 cm di ileo a monte della valvola ileo-cecale, l'asportazione del cieco e del colon destro con legatura all'origine dei vasi ileo-colici, colici di destra, branca destra dei vasi colici medi e l'omentectomia destra con ripristino della continuità intestinale mediante il confezionamento di un'anastomosi tra ileo e colon trasverso prossimale. L'emicolectomia destra allargata, invece, prevede un'exeresi colica spinta fino al trasverso medio-distale, la legatura all'origine dei vasi colici medi, la linfectomia della stazione 6 (linfonodi sottopilorici o gastro-epiploici destri) e l'omentectomia con il confezionamento dell'anastomosi tra ileo e colon trasverso distale. Talvolta tuttavia la ridotta mobilità e/o vascolarizzazione del colon trasverso distale e della flessura sinistra possono costringere il chirurgo ad eseguire una colectomia subtotale con anastomosi tra ileo e colon sinistro.

In caso di patologia colica maligna, sia nell'emicolectomia destra standard che allargata, non si può prescindere dal rispetto scrupoloso dei criteri di radicalità oncologica previsti per il

trattamento delle neoplasie coliche. Un'exeresi oncologicamente adeguata prevede infatti il rispetto dei seguenti principi:

- *Margini di resezione adeguati*: mentre la lunghezza del segmento di ileo resecato (margine prossimale) non condiziona il rischio di recidiva locale nei tumori del colon destro, è obbligatorio asportare dai 10-15 cm di colon normale distalmente alla neoplasia (margine distale) al fine di minimizzare il rischio di recidiva anastomotica. La necessità di un margine colico distale così esteso non è legato al rischio di diffusione intramurale della neoplasia, che solo eccezionalmente supera i 2 cm, bensì al potenziale coinvolgimento dei linfonodi paracolici situati anche a distanza dalla neoplasia. (89) Infatti, sebbene il rischio di metastatizzazione ai linfonodi paracolici decresce con l'aumentare della distanza dal tumore primitivo, soprattutto a livello colico destro possono essere individuati, seppur raramente, linfonodi positivi fino a 10 cm di distanza dal tumore primitivo: è auspicabile pertanto rispettare questa distanza di sicurezza in particolare nei tumori colici destri. (89)

- *Legatura all'origine dei vasi colici principali*: al fine di garantire un adeguato sampling linfonodale con asportazione dei linfonodi principali siti a livello dell'origine dei vasi ileo-colici, colici destri e ramo destro della colica media (in caso di emicolectomia destra standard) o colica media (in caso di emicolectomia destra allargata), è opportuno eseguire la legatura all'origine di questi vasi. Va precisato che la vascolarizzazione del colon destro risulta essere estremamente variabile. Infatti, mentre l'arteria ileo-colica è l'unico asse arterioso sempre presente, l'arteria colica destra e l'arteria colica media possono essere entrambe assenti. (89)

- *Linfadenectomia radicale*: in base alle linee guida stabilite dall'International Union Against Cancer (UICC), dall'American Joint Committee on Cancer (AJCC) e dal College of American Pathologists (CAP) per il trattamento del carcinoma colico, il numero minimo di linfonodi necessari per un'adeguato staging è pari a 12. (89) Infatti, per poter definire oncologicamente radicale (R0) una resezione colica deve essere possibile eseguire un'adeguata stadiazione del parametro N e quindi la valutazione di un minimo di 12 linfonodi, numero al di sotto del quale il paziente deve essere classificato come Nx e l'intervento essere ritenuto non adeguato. (89) In caso di paziente classificato come Nx, dato l'elevato rischio di recidiva locale, le raccomandazioni dell'ASCO 2004 prevedono il trattamento chemioterapico adiuvante al fine di sanare un'insufficiente valutazione linfonodale. In caso di colectomia destra allargata per il trattamento di tumori della flessura epatica o del trasverso prossimale, al fine di garantire

un'adeguata linfadenectomia, è indicato eseguire l'asportazione della stazione linfatica numero 6 (linfonodi sottopilorici - gastroepiploici destri).

- Resezione en-bloc: in caso di tumori localmente avanzati che coinvolgano gli organi vicini, al fine di evitare la disseminazione di cellule neoplastiche che pregiudicherebbe la radicalità oncologica della procedura chirurgica, è imprescindibile eseguire l'asportazione in un unico blocco del tumore e degli organi limitrofi infiltrati: il mancato rispetto di questo criterio comporta inesorabilmente per il paziente una mortalità e tassi di recidiva locale significativamente maggiori. (89)

L'emicolectomia destra mini-invasiva (laparoscopica o robotica), rispetto a quanto contemplato per quella laparotomica tradizionale, predilige un approccio medio-laterale per la fase di dissezione del colon destro. A differenza dell'approccio latero-mediale, tipico appunto della chirurgia open e nel quale è prevista prima la mobilizzazione del visceri e successivamente il tempo vascolare, quello medio-laterale, che prevede innanzitutto l'identificazione dei peduncoli vascolari e solo in un secondo momento la mobilitazione del visceri, permette al chirurgo di sfruttare l'esposizione naturale del paziente per mezzo della preservazione, nella fase iniziale dell'intervento, delle cosiddette inserzioni esterne coliche, quali il legamento gastrocolico, il legamento epatocolico, la fascia di Told destra, l'accollamento dello sfondato cecale ed il mesentere.

2. EMICOLECTOMIA DESTRA ROBOTICA CON ANASTOMOSI INTRACORPOREA (RRC-IA)

> Posizionamento del paziente:

Il paziente viene posizionato in decubito supino, con il braccio sinistro aperto a 90°, il braccio destro adeso lungo il corpo e le gambe chiuse. Una volta indotta l'anestesia generale, viene inserito il catetere vescicale per la valutazione della diuresi in corso di intervento ed il sondino naso-gastrico la cui corretta localizzazione è accertata nella fase esplorativa laparoscopica dell'intervento chirurgico.

➤ ***Posizionamento dell'equipe chirurgica:***

L'equipe chirurgica è composta dal chirurgo, dall'assistente e dallo strumentista. Il chirurgo operatore si siede alla consolle chirurgica, dalla quale governerà i movimenti dei bracci robotici, l'assistente si posiziona alla sinistra del paziente, mentre lo strumentista alla sinistra dell'assistente. Nella chirurgia robotica, il ruolo dell'assistente è di fondamentale importanza: egli rappresenta il braccio esecutore del primo operatore, favorisce l'esposizione dei visceri, introduce ed utilizza le suturatrici meccaniche nonché le forbici e l'aspiratore laparoscopico.

➤ ***Induzione del pneumoperitoneo:***

Il pneumoperitoneo a 12 mmHg viene indotto con tecnica open ombelicale.

➤ ***Esplorazione laparoscopica:***

Posizionato il primo trocar ombelicale (camera-trocar), si procede all'esplorazione laparoscopica della cavità peritoneale al fine di decidere se continuare l'intervento con tecnica robotica o convertire in laparoscopia tradizionale o a chirurgia open. Nel caso in cui si decidesse di procedere per via robotica, verrà determinato il posizionamento ottimale degli altri trocar. Le indicazioni per la conversione a laparotomia, in questa fase operativa, sono rappresentate dalla:

- ✓ presenza di diffusa e tenace sindrome aderenziale;
- ✓ incapacità di localizzare la lesione colica;
- ✓ dimostrazione di uno stadio localmente avanzato di malattia.

L'ispezione permette inoltre di valutare l'eventuale presenza di secondarismi epatici, omentali o celomatici di malattia.

➤ **Posizionamento dei trocars:**



Figura 21 RRC-IA: posizione trocar

Il posizionamento dei trocars è una fase estremamente delicata. Utilizzando abitualmente tre bracci robotici, i trocars vengono posizionati come di seguito riportato:

- ✓ *Camera-trocar (C)*, 10-12 mm: sulla linea ombelicale trasversa, tre-cinque cm paraombelicale sinistra;
- ✓ *Braccio-strumento 1 (R1)*, 8 mm: in ipocondrio sinistro, alla sinistra della linea emiclaveare, tre-cinque cm sotto il margine costale sinistro;
- ✓ *Braccio-strumento 2 (R2)*, 8 mm: in fossa iliaca sinistra, alla sinistra della linea emiclaveare, subito sotto la linea bisiliaca;
- ✓ *Assistente-trocar (Assistant)*, 10-12 mm: al fianco sinistro, localizzato lateralmente a circa 10-15 cm di distanza dal camera-trocar (viene utilizzato per l'introduzione della suturatrice, posa-clip, aspiratore).

Dopo il posizionamento dei trocars, il paziente viene posto in decubito anti-Trendelenburg a 30° con rotazione sul fianco sinistro di 15°.

➤ **Posizionamento del robot:**

Il carrello robotico viene posizionato al fianco destro del paziente, leggermente spostato verso la spalla. Il campo operatorio può essere definito come quel triangolo

che collega il margine costale destro, la spina iliaca antero-superiore destra ed il camera-port, localizzato in sede para-ombelicale.

➤ ***Docking del carrello robotico:***

Consiste nell'agganciare i bracci robotici ai trocars per consentire la successiva introduzione dello strumentario robotico (bisturi bipolare, uncino cauterizzato, pinza non elettrificata, forbice, strumenti ad ultrasuoni o vessel-sealer). L'ottica robotica sarà posizionata a livello del camera-trocar (C), i due bracci operatori robotici nei trocar localizzati in ipocondrio sinistro (R1) e fossa iliaca sinistra (R2), mentre l'assistente coadiuverà il chirurgo alla consolle, utilizzando l'assistente-trocar (Assistant) al fianco sinistro.

➤ ***Esposizione:***

Il bersaglio e l'orizzonte del campo chirurgico sono costituiti dal cieco, dall'ultima ansa ideale e dall'asse vascolare mesenterico superiore.

L'esposizione viscerale è ottenuta per mezzo del:

- ✓ *Pneumoperitoneo:* la pressione indotta dal pneumoperitoneo (12 mmHg) determina la creazione dello spazio operativo, spingendo in basso i visceri. Un accurato controllo della pressione intra-addominale garantisce una buona esposizione del campo operatorio e previene disfunzioni respiratorie da interferenze con la funzionalità del muscolo diaframma.
- ✓ *Uso della Gravità:* l'esposizione del colon destro e del suo mesentere è agevolata posizionando il paziente in decubito anti-Trendelenburg con un'inclinazione laterale sinistra. Questo accorgimento consente di far scivolare l'intestino tenue ed il sigma nella porzione inferiore sinistra della cavità addominale.
- ✓ *Trazione viscerale:* l'asse vascolare mesenterico superiore è esposto in maniera ottimale per mezzo della trazione sull'ultima ansa ileale da parte dell'assistente e sul colon trasverso da parte del primo operatore (segno della corda dei vasi ileocolici). La trazione del colon trasverso e del grande omento in alto verso la

regione sotto-diaframmatica facilita inoltre l'esposizione della faccia inferiore del mesocolon trasverso.

➤ ***Revisione step-by-step degli elementi critici della procedura:***

Dopo l'esplorazione della cavità addominale e l'esposizione del campo operatorio la procedura prevede i seguenti steps:

- ✓ *Esposizione dell'asse vascolare ileo-colico:* mediante la manovra del “segno della corda”, precedentemente descritto, sarà possibile identificare il decorso e l'origine dei vasi ileo-colici e procedere pertanto alla successiva fase vascolare.
- ✓ *Preparazione e sezione dei vasi ileo-colici e colici di destra (tempo vascolare):* Questo tempo prevede la creazione della cosiddetta tenda del mesentere. Una volta sollevato il peduncolo ileo-colico, si andrà ad incidere il peritoneo sul suo lato mediale, così da creare una finestra (tenda del mesentere) in prossimità della sua origine e lateralmente alla vena mesenterica inferiore.



Figura 22 RRC-IA: tenda mesenteriale[§]

La creazione della tenda del mesentere è il momento fondamentale per procedere alla successiva identificazione del piano anatomico avascolare di dissezione chirurgica compreso tra la fascia di Told anteriormente e la fascia di Gerota posteriormente.

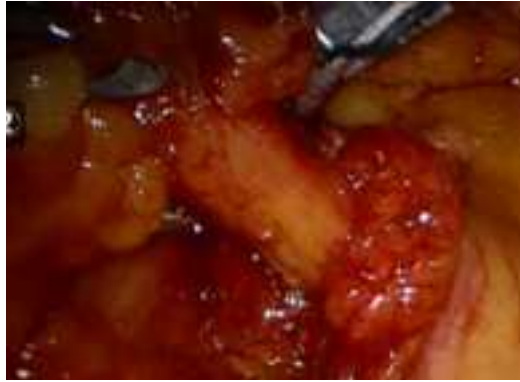


Figura 23 RRC-IA: isolamento vasi ileo-colici[§]

Si procede pertanto alla preparazione dei vasi ileo-colici e salendo verso l'alto dei vasi colici di destra (se presenti) sino a scoprire il versante laterale della vena mesenterica superiore (questo limite garantisce una corretta linfadenectomia).



Figura 24 RRC-IA: chiusura vasi ileo-colici[§]

A questo punto, previa linfadenectomia delle stazioni linfatiche centrali all'origine degli assi vascolari, si eseguirà la sezione all'origine dei vasi ileo-colici e colici di destra tra duplici clips di titanio o Hem-o-Lok (meno frequentemente mediante suturatrice meccanica con carica vascolare). Nella fase successiva, l'assistente solleverà il colon trasverso con la pinza finestrata per esporre il peduncolo colico medio e le sue due diramazioni principali (destra e sinistra). Il chirurgo procederà all'isolamento e sezione tra clips della branca destra dei vasi colici medi nel caso venga eseguita una colectomia destra standard, mentre opererà per la sezione tra duplici clips dell'arteria colica media

alla sua origine nel caso sia eseguita una colectomia destra allargata. L'esecuzione intracorporea delle sezioni vascolari ha come principale fine quello di eseguire una corretta linfadenectomia e di evitare eccessive trazioni sui meseri e visceri che potrebbero determinare un prolungato ileo post-operatorio.

✓ *Mobilizzazione del colon destro:* la mobilizzazione del colon destro prevede tre principali fasi: la dissezione medio-laterale del mesocolon destro, lo scollamento colico lungo la doccia parieto-colica destra e la mobilizzazione della flessura epatica.

La dissezione medio-laterale del colon destro, eseguita sul piano avascolare tra la fascia di Told e quella di Gerota, viene spinta superiormente fino a livello della seconda-terza porzione duodenale ed alla testa del pancreas con identificazione della fascia pre-duodenale-pancreatica di Fredet (localizzata al davanti del duodeno, pancreas e arteria mesenterica superiore, deriva dalla coalescenza del foglietto inferiore del tratto di destra del mesocolon trasverso ed il peritoneo pre-duodenale), inferiormente fino ai vasi iliaci destri, lateralmente fino alla doccia parietocolica destra. In questa fase, è necessario visualizzare l'uretere destro ed i vasi gonadici omolaterali al fine di evitare la lesione degli stessi.

Lo scollamento latero-colico destro, eseguito incidendo il peritoneo parietale della doccia parietocolica destra lungo la linea di Monk, permette di completare la mobilizzazione del colon destro dalla regione ileo-cecale fino alla flessura epatica, ricongiungendosi così col piano avascolare di dissezione precedentemente ottenuto. In questa fase l'assistente aiuterà il primo operatore trazionando verso l'alto il cieco così da favorire la visualizzazione del piano di dissezione.

Si procederà infine alla mobilizzazione della flessura epatica previa sezione del legamento epatocolico e gastrocolico a destra. In questo tempo, l'assistente faciliterà la dissezione trazionando il viscere verso il basso.

✓ Transezione dell'ileo: la resezione dell'ultima ansa ileale e del relativo mesenterio viene eseguita a circa 10-15 cm di distanza dalla valvola ileo-cecale.



Figura 25 RRC-IA: sezione ansa ileale[§]

I vasi marginali vengono controllati mediante l'apposizione di clips o con elettro-cauterizzazione con vessel-sealer o dissectori ad ultrasuoni (Ligasure). Tali dispositivi si sono dimostrati molto utili in questa fase chirurgica favorendo sia una riduzione del rischio di sanguinamento che del tempo operatorio.

La transezione dell'ileo viene eseguita dall'assistente al tavolo operatorio mediante l'utilizzo di una suturatrice meccanica lineare dotata di tre file di sutura (EndoGIA 60 carica blu). In alcuni casi (aderenze ileo-cecali), questa tempo dell'intervento può essere eseguito dopo la mobilitazione del cieco. Tuttavia, bisogna fare molta attenzione ad evitare lesioni dell'uretere sottostante, in particolare modo nel caso in cui siano presenti tenaci aderenze secondarie a precedenti interventi chirurgici o a malattia infiammatoria cronica intestinale.

✓ Transezione del colon trasverso: una volta mobilizzato il segmento colico da resecare, si procede alla sezione del mesocolon trasverso e dell'omento tributario con Vessel-sealer e successivamente a sezione del colon trasverso precedentemente preparato.



Figura 26 RRC-IA: sezione ansa colica[§]

Il mesocolon trasverso è sezionato a partire dalla sua origine fino alla parete colica. I vasi marginali vengono, anche in questo caso, controllati mediante clips o elettro-cauterizzazione. Per garantire un'adeguata vitalità anastomotica, è fondamentale preservare una buona vascolarizzazione del colon trasverso medio-distale.

Il colon trasverso è sezionato mediante l'utilizzo di una suturatrice meccanica lineare endoscopica (Endo-GIA 60, carica blu), che viene applicata ortogonalmente al viscere.

La transezione dell'omento, eseguita in linea retta in direzione caudo-craniale, è oggi semplificata dall'uso dei dispositivi ad alta frequenza o ultrasuoni precedentemente citati.

A questo punto, il preparato anatomico verrà allocato transitoriamente in sede sovra-epatica per essere poi estratto in un secondo momento ad anastomosi completata.

✓ Confezionamento dell'anastomosi: l'anastomosi è il tempo cruciale dell'intero intervento chirurgico. In questa fase, il piccolo intestino non deve ruotare e la contaminazione della cavità addominale deve essere evitata.

Si distinguono due principali tipologie di anastomosi intestinale: l'anastomosi intracorporea e quella extracorporea.

Il principale vantaggio della tecnica robotica è rappresentato dalla maggiore facilità di esecuzione dell'anastomosi intracorporea, manovra ritenuta complessa e di difficile esecuzione anche per i chirurghi esperti.

Di seguito, sarà descritta la tecnica dell'anastomosi intracorporea, mentre per quella extracorporea si rimanda al paragrafo “*Emicolectomia destra laparoscopica con anastomosi extracorporea (LRC-EA)*”:

- Anastomosi intracorporea: l'anastomosi viene eseguita all'interno della cavità addominale. La prima fase dell'anastomosi prevede la corretta disposizione dell'estremità ileale e del moncone colico che dovranno essere anastomizzati. Una volta giustapposti, verrà sostituito il vessel-sealer con un porta-aghi robotico per mezzo del quale verrà posizionato un punto siero-sieroso in Vicryl 2/0 al fine di mantenere il corretto allineamento delle due estremità intestinali (ileale e colica) al momento del confezionamento dell'anastomosi.
- A questo punto, coadiuvati dall'assistente al tavolo operatorio, verranno eseguite le due enterotomie di servizio sulla branca ileale e colica che fungeranno da porte di servizio per il successivo ingresso della suturatrice meccanica lineare.



Figura 27 RRC-IA: enterotomie di servizio[§]

- Successivamente, mentre il chirurgo operatore solleva leggermente le due anse allineate trazionando il punto di vicryl precedentemente posizionato, l'assistente introdurrà, attraverso il trocar al fianco

sinistro, la suturatrice meccanica (Endo-GIA 60, carica blu) e realizzerà un'anastomosi ileo-colica, latero-laterale (L-L), meccanica, isoperistaltica.



Figura 28 RRC-IA: anastomosi ileo-colica[§]

- La sintesi delle enterotomie verrà eseguita con tecnica robotica mediante sutura continua in duplice strato.



Figura 29 RRC-IA: sintesi delle enterotomie di servizio[§]

- Al termine del confezionamento dell'anastomosi, se il chirurgo lo ritiene opportuno, si procederà alla chiusura dei mesi al fine di prevenire un'eventuale occlusione intestinale da ernia interna.

➤ ***Posizionamento del drenaggio chirurgico:***

Nel caso in cui il chirurgo lo ritenga opportuno, attraverso il trocar dell'assistente, sotto-visione laparoscopica, viene inserito un drenaggio tubolare con estremità para-anastomotica e fuoriuscita dal fianco sinistro.

➤ ***Estrazione del preparato anatomico:***

In caso di anastomosi intracorporea, dopo il suo confezionamento ed il posizionamento del drenaggio chirurgico, si procederà all'estrazione (protetta da "endo-bag"/"alexis" in caso di carcinoma) del preparato anatomico attraverso incisione in fossa iliaca sinistra, Mc Burney o incisione sovra-ombelicale.

➤ ***Risoluzione del pneumoperitoneo e sutura delle incisioni:***

Previo conteggio, da parte del personale di sala operatoria, del materiale chirurgico e delle garze utilizzate, in accordo con la verifica chirurgica, si procederà alla risoluzione del pneumoperitoneo ed alla sintesi delle ferite chirurgiche per piani anatomici.

3. EMICOLECTOMIA DESTRA LAPAROSCOPICA CON ANASTOMOSI EXTRACORPOREA (LRC-EA)

➤ ***Posizionamento paziente:***

Il paziente viene posizionato in decubito supino con il braccio destro aperto a 90°, il sinistro aderente lungo il corpo e le gambe chiuse. In fase preoperatoria, viene inserito il catetere vescicale ed il sondino naso-gastrico.

➤ ***Posizionamento dell'equipe chirurgica:***

L'equipe chirurgica è composta dal chirurgo, primo assistente, secondo assistente e dallo strumentista. Il chirurgo si posizionerà alla sinistra del paziente, il primo assistente alla sinistra del chirurgo ed avrà il compito di "cameramen", il secondo

assistente alla destra del paziente, mentre lo strumentista alla destra del secondo assistente.

➤ ***Induzione del pneumoperitoneo ed Esplosione:***

Il pneumoperitoneo a 12 mmHg viene indotto con tecnica open sovra-ombelicale.

➤ ***Posizionamento dei trocars:***



Figura 30 LRC-EA: posizione trocar

I trocars vengono posizionati come segue:

- ✓ *Trocar operatore 1 (L1), 10-12 mm:* sulla linea mediana in sede sovra-ombelicale, da qui si induce il pneumoperitoneo;
- ✓ *Trocar operatore 2 (L2), 10-12 mm:* in ipocondrio sinistro, alla sinistra della linea emiclaveare, tre cm sotto il margine costale sinistro;
- ✓ *Camera-trocar (C), 10-12 mm:* in fossa iliaca sinistra, alla sinistra della linea emiclaveare;
- ✓ *Assistente-trocar (Assistant), 10-12 mm:* in fossa iliaca-fianco destro, lateralmente alla linea emiclaveare destra.

Dopo il posizionamento dei trocar, il paziente viene posto in “anti-Trendelenburg” a 30° con rotazione sul fianco sinistro di 15°.

➤ ***Revisione step-by-step degli elementi critici della procedura:***

Vale quanto precedentemente descritto nella tecnica robotica, fatto salvo che:

- ✓ nella fase di confezionamento dell’anastomosi intracorporea, sarà il chirurgo ad introdurre la suturatrice meccanica (Endo-GIA 60, carica blu) attraverso il trocar L2 per ripristinare la continuità intestinale.
- ✓ di seguito, verrà descritta la tecnica dell’anastomosi extracorporea:
 - *Anastomosi extracorporea:* in questo caso, è preferibile effettuare la sezione del viscere all’esterno per preservare il corretto orientamento dell’ansa ileale. Previa mini-laparotomia mediana (sovraombelicale o sovra-sottombelicale), si procederà all’esteriorizzazione (protetta in caso di carcinoma) dell’estremità colica e dell’ultima ansa ileale, precedentemente mobilizzate. A questo punto si confezionerà un’anastomosi ileo-colica, latero-laterale (L-L), anisoperistaltica, con suturatrice meccanica (GIA 60, carica blu) e chiusura dei due monconi (ileale e colico) sempre mediante GIA. Il preparato chirurgico costituito dall’ultima ansa ileale, cieco e colon ascendente-trasverso prossimale, comprendente le due brecche di servizio per l’introduzione della suturatrice, sarà allontanato ed inviato all’anatomopatologo per l’esame istologico definitivo.
 - Una volta confezionata l’anastomosi, previa sintesi della minilaparotomia mediana, si indurrà nuovamente lo pneumoperitoneo per procedere all’eventuale revisione dell’emostasi e per assicurarsi della corretta disposizione delle anse intestinali.

➤ ***Posizionamento del drenaggio chirurgico***

Attraverso il trocar del primo assistente, sotto-visione laparoscopica, viene posizionato un drenaggio tubolare chirurgico con estremità para-anastomotica e fuoriuscita dal fianco-fossa iliaca destra.

➤ ***Risoluzione del pneumoperitoneo e sutura delle incisioni***

Previo conteggio, da parte del personale di sala operatoria, dello strumentario e delle garze utilizzate, in accordo con la verifica chirurgica, si procederà alla risoluzione del pneumoperitoneo ed alla sintesi delle ferite chirurgiche e della minilaparotomia mediana per piani anatomici.

CAPITOLO 3

SCOPO DELLO STUDIO

Lo scopo dello studio è quello di valutare i risultati a breve termine dell'intervento di emicolectomia destra robot-assistita con anastomosi intracorporea (RRC-IA) rispetto a quelli riportati nell'analoga procedura laparoscopica con anastomosi extracorporea (LRC-EA), in termini di:

- qualità della procedura chirurgica e decorso post-operatorio: tasso di posizionamento del drenaggio chirurgico, tempo operatorio, tempo di rimozione del drenaggio, tempo di ripresa dell'alimentazione, tempo di ricanalizzazione, ripristino della deambulazione e durata della degenza media;
- complicanze post-operatorie: tasso delle complicanze chirurgiche e mediche, nonché del tasso di reinterventi e di soggetti sottoposti ad emotrasfusione;
- radicalità oncologica: numero di linfonodi asportati e distanza della lesione dal margine colico di resezione chirurgica.

MATERIALI E METODI

PROTOCOLLO DI STUDIO

Lo studio è stato eseguito presso la Clinica Chirurgica dell’Azienda Ospedaliera Universitaria – Ospedali Riuniti di Ancona, diretta dal Prof. Mario Guerrieri. La raccolta dei dati è stata eseguita in maniera retrospettiva, procedendo all’analisi sistematica delle cartelle cliniche di tutti i pazienti sottoposti ad intervento di emicolectomia destra nel periodo compreso tra Settembre 2013 ed Agosto 2017, sulla base di predefiniti criteri di inclusione ed esclusione. Vengono annoverati tra i criteri di inclusione: l’età adulta, la procedura chirurgica di emicolectomia destra e la patologia neoplastica o infiammatoria di pertinenza del segmento colico destro (ileo distale-cieco, appendice, cieco, colon destro, flessura epatica e colon trasverso prossimale). A seguito della valutazione retrospettiva delle cartelle cliniche dell’archivio di reparto prospetticamente mantenuto, sono stati identificati 281 pazienti di età adulta sottoposti ad intervento di emicolectomia destra con tecnica mini-invasiva o tradizionale open. I criteri di esclusione dallo studio vengono di seguito riportati: interventi eseguiti con tecnica open o in regime d’urgenza, interventi di emicolectomia destra mini-invasiva combinata ad ulteriore procedura chirurgica, interventi che hanno necessitato di conversione a chirurgia open ed interventi di emicolectomia destra eseguiti con confezionamento di anastomosi diversa da quella robotica intracorporea o laparoscopica extracorporea. Sono stati così esclusi dallo studio un totale di 113 pazienti: 65 operati con tecnica open o in regime d’urgenza, 10 sottoposti ad interventi combinati, 22 che hanno necessitato di conversione a chirurgia open ed infine ulteriori 10 e 6 pazienti sottoposti ad emicolectomia destra con confezionamento rispettivamente di anastomosi robotica extracorporea e di anastomosi laparoscopica intracorporea. Il campione di studio è risultato così costituito da 168 pazienti dei quali 70 operati di emicolectomia destra robotica con anastomosi intracorporea (RRC-IA) e 98 sottoposti ad emicolectomia destra laparoscopica con anastomosi extracorporea (LRC-EA). (Figura 31)

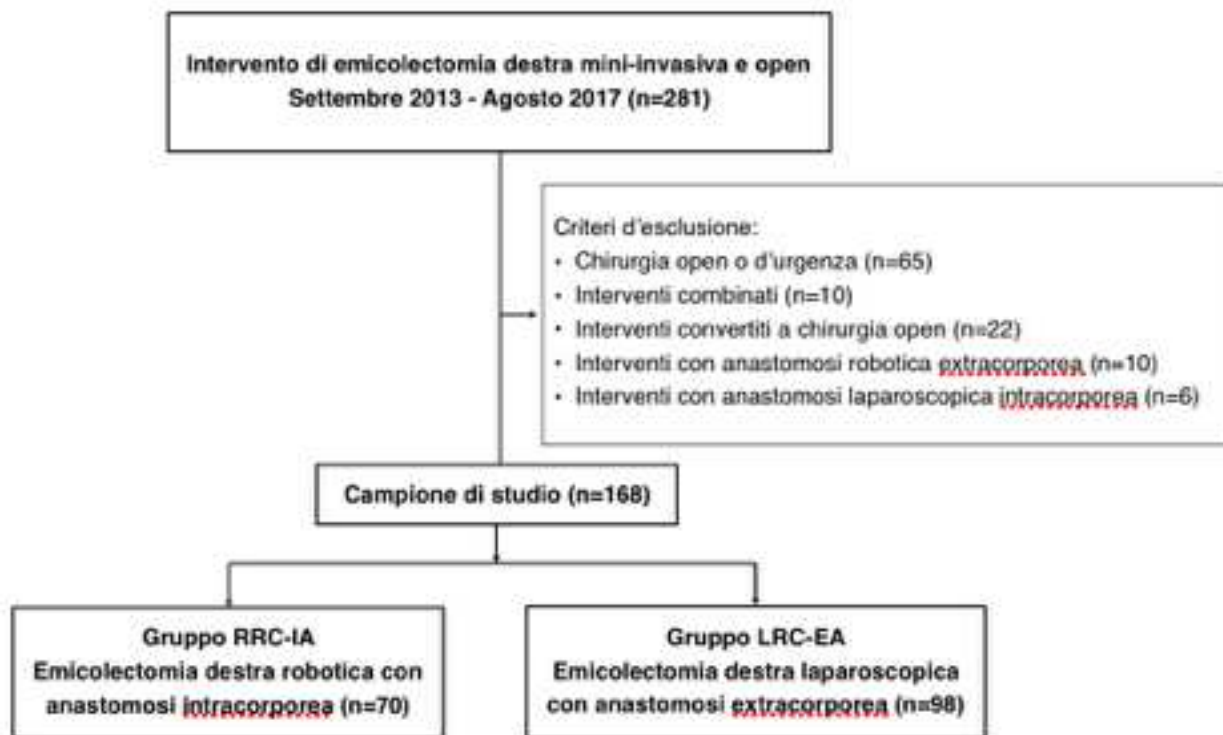


Figura 31 Diagramma dello studio

METODI

La valutazione diagnostica-stadiativa preoperatoria di tutti i pazienti arruolati nello studio ha previsto l'acquisizione di un'approfondita anamnesi clinica, un accurato esame obiettivo, l'esecuzione di esami ematochimici completi di funzionalità epatica, renale ed assetto coagulativo, esami endoscopici (colonscopia con endoscopio flessibile completa di biopsia) ed esami di imaging come la tomografia assiale computerizzata dell'addome e del torace con mezzo di contrasto iodato (TC torace-addome con m.d.c.). Per tutte le lesioni localizzate nel territorio di confine compreso tra la flessura colica destra ed il colon trasverso prossimale, al fine di consentire la corretta identificazione della neoformazione, è stata eseguita la marcatura con inchiostro di china della lesione da asportare.

La scelta della differente tecnica chirurgica si è basata esclusivamente sulla disponibilità del sistema robotico da "Da Vinci Si" e dei chirurghi. I due chirurghi (G.M. e G.R.), principali esecutori delle procedure chirurgiche, vantano un'esperienza pluriennale nella chirurgia colo-rettile laparoscopica e di oltre tre anni in quella robot-assistita. Tutti i pazienti sono stati edotti riguardo le principali fasi delle due procedure chirurgiche (laparoscopica e robotica), i potenziali

rischi sia dell'intervento chirurgico che dell'anestesia generale, il decorso post-operatorio e le potenziali complicanze contemplate per la procedura chirurgica di emicolectomia destra mini-invasiva.

Sono state raccolte in maniera prospettica le informazioni relative alle caratteristiche demografiche dei pazienti, i dati correlati alla patologia ed alla procedura chirurgica, i risultati oncologici e clinici a breve termine, nonché le complicanze post-operatorie. Mentre i dati relativi alle caratteristiche demografiche dei pazienti contemplavano l'età, il sesso, l'indice di massa corporea (BMI), le classi di peso (Condizione), il rischio anestesilogico (ASA-Score), le comorbilità, l'anamnesi positiva per patologia neoplastica o pregressa chirurgia addominale, quelli specifici alla patologia in esame includevano: il tipo di lesione, la sede, le dimensioni, l'esame istologico definitivo comprensivo dei vari sottogruppi istologici ed infine il grado, lo stadio TNM ed il gruppo prognostico in caso di carcinoma del colon. Tra le caratteristiche dell'intervento sono state riportate, oltre al tipo di anastomosi meccanica o manuale eseguita ed alla sede di incisione per l'estrazione del preparato anatomico, anche il tasso di posizionamento del drenaggio chirurgico e la durata della procedura chirurgica. Le informazioni relative al decorso post-operatorio hanno contemplato: la rimozione dell'eventuale drenaggio chirurgico, il ripristino dell'alimentazione per via orale, la ripresa della funzionalità alvica (ricanalizzazione) e della deambulazione, nonché la durata della degenza.

La durata dell'intervento è stata definita come "tempo chirurgico": tempo operativo intercorso tra l'incisione chirurgica (inizio intervento) e la sintesi degli accessi cutanei mini-invasivi (fine intervento).

La ricanalizzazione è stata definita invece come la ripresa della funzione alvica a gas e/o feci.

La valutazione della morbilità post-operatoria è stata eseguita riportando le complicanze post-chirurgiche in accordo con la classificazione Clavien-Dindo, il tasso di reinterventi e di pazienti emotrasfusi, nonché le nuove ospedalizzazioni ed il tasso di decesso a trenta giorni dall'intervento.

Per deiscenza anastomotica è stata definita la discontinuità della parete intestinale a livello dell'anastomosi chirurgica, evidenziata clinicamente e radiologicamente, tale da modificare la gestione post-operatoria del paziente. Per ritenzione urinaria acuta è stata considerata la condizione clinica caratterizzata da globo vescicale richiedente il posizionamento del catetere vescica-

le. La rettorragia lieve è stata definita come il riscontro di sangue all'atto evacuativo che non ha necessitato di emotrasfusione, mentre è stata considerata rettorragia severa l'emissione di sangue rosso vivo che ha richiesto la trasfusione di emazie concentrate. Mentre l'anemia acuta è stata definita come la riduzione dei valori emoglobinici di almeno due punti rispetto al giorno precedente, per emoperitoneo è stato considerato il quadro clinico caratterizzato da anemizzazione acuta associata ad instabilità emodinamica e/o riscontro imaging di sangue in addome. L'occlusione intestinale è stata definita come la mancata canalizzazione a gas oltre il 5° giorno post-operatorio associata ad un quadro clinico caratterizzato da dolore e distensione addominale, confermato dagli esami strumentali.

La radicalità oncologica della procedura chirurgica si è basata sulla valutazione anatomicopatologica del numero di linfonodi asportati e della distanza della lesione dal margine distale di resezione chirurgica (margine colico).

PAZIENTI

I 168 pazienti sono stati divisi in due gruppi in base alla tipologia di intervento a cui sono stati sottoposti: 70 pazienti sono stati operati di emicolectomia destra robotica con anastomosi intracorporea (RRC-IA), mentre 98 pazienti sono stati sottoposti ad emicolectomia destra laparoscopica con anastomosi extracorporea (LRC-EA).

Le caratteristiche demografiche dei pazienti sono mostrate nella Tabella 1. (Tabella 1)

	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)	P
Genere [n (%)]			
▪ Maschile	38 (54.29)	53 (54.08)	0.98
▪ Femminile	32 (45.71)	45 (45.92)	
Età (anni) [media (range)]	66.46 (22-88)	70.46 (44-92)	0.04
BMI (kg/m ²) [media (range)]	25 (17.09-31.11)	26.45 (17.15-38.10)	0.99
Condizione [n (%)]			
▪ Sottopeso	3 (4.29)	1 (1.02)	0.29
▪ Normopeso	31 (44.29)	35 (35.71)	
▪ Sovrappeso	29 (41.42)	47 (47.96)	
▪ Obesità lieve	7 (10)	12 (12.25)	
▪ Obesità media	0 (0)	3 (3.06)	

ASA Score [n (%)]			
▪ I	15 (21.43)	10 (10.20)	0.03
▪ II	30 (42.86)	43 (43.88)	
▪ III	21 (30)	44 (44.90)	
▪ IV	4 (5.71)	1 (1.02)	

Tabella 1

Il gruppo RRC-IA è costituito da 38 maschi e 32 femmine, mentre quello LRC-EA è composto da 53 maschi e 45 femmine. L'età media nel gruppo RRC-IA e LRC-EA è rispettivamente pari a 66.46 anni e 70.46 anni. Esiste una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi per quanto riguarda l'età ($p=0.04$). Il BMI medio nel gruppo RRC-IA è 25 Kg/m², mentre nel gruppo LRC-EA è pari a 26.45 Kg/m². Riguardo alla condizione (classe di peso - BMI), il gruppo RRC-IA è costituito da 3 pazienti sottopeso, 31 normopeso, 29 sovrappeso e 7 affetti da obesità lieve, mentre il gruppo LRC-EA è composto da 1 paziente sottopeso, 35 normopeso, 47 sovrappeso, 12 affetti da obesità lieve e 3 da obesità media. Per quanto riguarda la classe di rischio anestesiológico ASA-Score, il gruppo RRC-IA presenta 15 pazienti di classe I, 30 pazienti di classe II, 21 pazienti di classe III e 4 pazienti di classe IV, mentre il gruppo LRC-EA è composto da 10 pazienti di classe I, 43 pazienti di classe II, 44 pazienti di classe III e 1 pazienti di classe IV. Esiste una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi per quanto riguarda il rischio ASA-Score ($p=0.03$).

Le comorbidità dei pazienti sono riassunte nella tabella 2. (Tabella 2)

	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)	P
Comorbidità [n (%)]			
▪ Coronaropatia	14 (23.33)	20 (17.10)	0.25
▪ Ipertensione arteriosa	26 (43.33)	47 (40.17)	
▪ Broncopneumopatia cronica ostruttiva	6 (10)	11 (9.40)	
▪ Insufficienza renale cronica	4 (6.67)	3 (2.56)	
▪ Diabete mellito tipo 2	6 (10)	15 (12.82)	
▪ Ipertrofia prostatica benigna	4 (6.67)	21 (17.95)	

Tabella 2

Nel gruppo RRC-IA, 14 pazienti sono affetti da pregressa patologia coronarica, 26 da ipertensione arteriosa, 6 da broncopneumopatia cronica ostruttiva, 4 da insufficienza renale cronica, 6 da diabete mellito tipo 2 e 4 pazienti da ipertrofia prostatica benigna. Nel gruppo LRC-EA, invece, 20 pazienti sono affetti da pregressa patologia coronarica, 47 da ipertensione arteriosa, 11 da broncopneumopatia cronica ostruttiva, 3 da insufficienza renale cronica, 15 da diabete mellito tipo 2 e 21 pazienti da ipertrofia prostatica benigna.

La tabella 3 mostra la pregressa patologia neoplastica e chirurgia addominale riferita dal paziente al momento dell'anamnesi. (Tabella 3).

	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)	P
Anamnesi positiva per patologia neoplastica [n (%)]			
▪ Carcinoma colico	0	1 (33)	0.40
▪ Carcinoma polmonare	1 (33)	0	
▪ Carcinoma mammario	0	2 (66)	
▪ Carcinoma prostatico	1 (33)	0	
▪ Tumore SNC	1 (33)	0	
Anamnesi positiva per chirurgia addominale [n (%)]	28 (40)	55 (56)	0.04

Tabella 3

Tra i pazienti sottoposti a RRC-IA, 3 hanno un'anamnesi positiva per patologia neoplastica e 28 hanno riferito di essere stati sottoposti in precedenza ad uno o più interventi chirurgici addominali. Nel gruppo LRC-EA, 3 pazienti presentano pregressa patologia neoplastica e 55 sono stati almeno una volta operati all'addome. Esiste una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi per quanto riguarda l'anamnesi di pregressi interventi chirurgici addominali (p=0.04).

Nella tabella 4 sono mostrate le caratteristiche delle lesioni coliche riscontrate nei due gruppi. (Tabella 4)

	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)	p
Tipo di lesione [n (%)]			
▪ Neoformazione	40 (57.14)	71 (72.45)	0.06
▪ Polipo	26 (37.14)	20 (20.41)	
▪ Ulcera	0	5 (5.10)	
▪ Stenosi infiammatoria	4 (5.72)	2 (2.04)	
Sede della lesione:			
▪ Ileo distale	4 (5.71)	3 (3.06)	0.36
▪ Appendice	1 (1.43)	0	
▪ Cieco	33 (47.14)	35 (35.71)	
▪ Colon destro	21 (30)	39 (39.80)	
▪ Flessura destra	10 (14.29)	18 (18.37)	
▪ Trasverso prossimale	1 (1.43)	3 (3.06)	
Dimensioni della lesione (cm) [media (range)]	3.43 (1-7)	3.58 (1-9)	0.58
Esame istologico [n (%)]			
▪ Adenocarcinoma (ADC)	39 (55.71)	68 (69.39)	0.15
▪ Adenoma	26 (37.14)	27 (27.55)	
▪ Tumore neuroendocrino (NET)	1 (1.43)	0	
▪ Leiomioma	0	1 (1.02)	
▪ Morbo di Crohn	4 (5.72)	2 (2.04)	

Tabella 4

Per quanto concerne il tipo di lesione colica, nel gruppo RRC-IA vengono riportate 40 neoformazioni, 26 polipi e 4 stenosi infiammatorie, mentre nel gruppo LRC-EA sono descritte 71 neoformazioni, 20 polipi, 5 ulcere e 2 stenosi infiammatorie. Nel gruppo RRC-IA, la lesione si localizza a livello dell'ileo distale in 4 casi, all'appendice in 1 caso, al cieco in 33 casi, al colon destro in 21 casi, alla flessura destra in 10 casi ed al trasverso prossimale in 1 caso, mentre nel gruppo LRC-EA vengono descritte 3 localizzazioni all'ileo distale, 35 al cieco, 39 al colon destro, 18 alla flessura destra e 3 al trasverso prossimale. La dimensione media delle lesioni riportate nel gruppo RRC-IA e LRC-EA è rispettivamente di 3.43 e 3.58 cm. In base all'esame istologico definitivo, nel gruppo RRC-IA venivano riscontrati: 39 adenocarcinomi (ADC), 26 adeno-

mi, 1 tumore neuroendocrino (NET) e 4 morbi di Crohn; mentre in quello LRC-EA: 68 adenocarcinomi (ADC), 27 adenomi, 1 leiomiomasarcoma e 2 morbi di Crohn.

La tabella 5 mostra le caratteristiche istologiche delle lesioni riscontrate nei due gruppi.

	RRC-IA	LRC-EA	p
Adenoma: tipi [n (%)]			
▪ Adenoma tubulare con displasia di alto grado	3 (11.54)	3 (11.11)	0.95
▪ Adenoma tubulare con displasia di basso grado	2 (7.69)	3 (11.11)	
▪ Adenoma tubulo-villoso con displasia di alto grado	12 (46.15)	14 (51.85)	
▪ Adenoma tubulo-villoso con displasia di basso grado	6 (23.08)	4 (14.82)	
▪ Adenoma villosa con displasia di alto grado	2 (7.69)	3 (11.11)	
▪ Adenoma villosa con displasia di basso grado	1 (3.85)	0	
ADC: istotipi [n (%)]			
▪ ADC	28 (71.79)	44 (64.71)	0.03
▪ ADC mucinoso	7 (17.95)	23 (33.82)	
▪ ADC a cellule ad anello con castone	4 (10.26)	1 (1.47)	
Grado istologico [n (%)]			
▪ Ben differenziato (G1)	14 (35.90)	16 (23.53)	0.26
▪ Mediamente differenziato (G2)	19 (48.72)	34 (50.00)	
▪ Scarsamente differenziato (G3)	6 (15.38)	18 (26.47)	

Tabella 5

Per quanto riguarda il tipo di adenoma, nel gruppo RRC-IA, sono descritti 5 adenomi tubulari, 18 adenomi tubulo-villosi e 3 adenomi villosi, mentre in quello LRC-EA vengono riportati 6 adenomi tubulari, 18 adenomi tubulo-villosi e 3 adenomi villosi. Nel gruppo RRC-IA, 28 pazienti sono affetti da ADC, 7 da ADC mucinoso e 4 da ADC a cellule ad anello con castone; nel gruppo LRC-EA sono stati diagnosticati invece 44 ADC, 23 ADC mucinosi ed 1 ADC a cellule ad anello con castone. Esiste una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi relativamente all'istotipo di adenocarcinoma diagnosticato. Relativamente al grading della neoplasia, gli ADC diagnosticati nel gruppo RRC-IA risultano ben differenziati in 14 casi, mediamente differenziati in 19 casi e scarsamente differenziati in 6 casi. Nel gruppo LRC-EA, invece, dei 68 ADC, 16 risultavano ben differenziati, 34 mediamente differenziati, 18 scarsamente differenziati.

Nella tabella 6 sono riportati gli stadi TNM dei pazienti affetti da ADC. (Tabella 6)

	RRC-IA	LRC-EA
Adenocarcinoma (ADC): Stadio TNM [n (%)]		
▪ T1 N0 M0	5 (12.83)	11 (16.18)
▪ T2 N0 M0	7 (17.95)	9 (13.24)
▪ T3 N0 M0	14 (35.90)	20 (29.41)
▪ T4a N0 M0	1 (2.56)	2 (2.94)
▪ T4b N0 M0	1 (2.56)	0
▪ T2 N1a M0	0	1 (1.47)
▪ T2 N1b M0	1 (2.56)	2 (2.94)
▪ T3 N1a M0	2 (5.14)	6 (8.82)
▪ T3 N1b M0	1 (2.56)	2 (2.94)
▪ T3 N1c M0	0	1 (1.47)
▪ T4a N1a M0	1 (2.56)	0
▪ T4a N1b M0	1 (2.56)	0
▪ T2 N2a M0	0	1 (1.47)
▪ T3 N2a M0	1 (2.56)	5 (7.35)
▪ T3 N2b M0	1 (2.56)	3 (4.42)
▪ √T √N M1a	3 (7.70)	5 (7.35)

Tabella 6

Dei 39 pazienti del gruppo RRC-IA affetti da adenocarcinoma, 4 mostrano una patologia localmente avanzata, 8 hanno diffusione linfonodale di malattia e 3 presentano una patologia metastatica al fegato. Nel gruppo LRC-EA, dei 68 pazienti affetti da adenocarcinoma, 2 mostrano una patologia localmente avanzata, 21 hanno diffusione linfonodale di malattia e 5 presentano una patologia metastatica al fegato.

La tabella 7 riporta i gruppi prognostici dei pazienti affetti da ADC. (Tabella 7)

	RRC-IA	LRC-EA	p
Adenocarcinoma (ADC): Gruppo prognostico [n (%)]			
▪ I	12 (30.76)	19 (27.94)	0.93
▪ IIA	14 (35.88)	21 (30.88)	
▪ IIB	1 (2.56)	2 (2.94)	
▪ IIC	1 (2.56)	0	
▪ IIIA	1 (2.56)	3 (4.41)	
▪ IIIB	6 (15.38)	15 (22.06)	
▪ IIIC	1 (2.56)	3 (4.41)	
▪ IVA	3 (7.69)	5 (7.36)	

Tabella 7

In nessuno dei due gruppi di pazienti è stata diagnosticata una neoplasia in situ o metastatica a più di un organo/peritoneo.

Nella tabella 8 sono riportati i dati relativi alla tecnica chirurgica. (Tabella 8)

	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)
Anastomosi [n (%)]		
▪ Meccanica	70 (100)	86 (87.76)
▪ Manuale	0	12 (12.24)
Incisione [n (%)]		
▪ Minilaparotomia sovraombelicale	9 (12.86)	98 (100)
▪ Mc. Burney	19 (27.14)	0
▪ Minilaparotomia fossa iliaca sinistra	42 (60)	0

Tabella 8

Nei pazienti sottoposti a RRC-IA tutte le anastomosi sono state confezionate con suturatrice meccanica come previsto dalla procedura chirurgica robotica, mentre nel gruppo LRC-EA sono state eseguite 86 anastomosi meccaniche e 12 manuali. Relativamente all'incisione chirurgica eseguita per l'estrazione del preparato chirurgico, nel gruppo LRC-EA sono state eseguite esclusivamente minilaparotomie sovraombelicali, mentre nel gruppo RRC-IA la più frequente risulta la minilaparotomia in fossa iliaca sinistra.

ANALISI STATISTICA

Le variabili quantitative sono state riassunte calcolando la media come misura di centralità ed il range come misura di variabilità; per le variabili qualitative sono state utilizzate le frequenze assolute e percentuali.

Il confronto fra i due tipi di intervento è stato eseguito utilizzando il test T di Student nel caso delle variabili quantitative e il test del Chi-quadro o il test esatto di Fisher (quando le frequenze attese erano inferiori di 5) per quelle qualitative.

La significatività statistica è stata stabilita considerando una probabilità di errore inferiore a 0.05.

RISULTATI

I risultati delle due procedure chirurgiche, in termini di tasso di posizionanti del drenaggio, tempo chirurgico, tempo di rimozione del drenaggio, ricanalizzazione, ripresa dell'alimentazione, ripresa della deambulazione, tasso di pazienti emotrasfusi e degenza media sono riportate nella tabella 9. (Tabella 9)

	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)	P
Posizionamento drenaggio [n (%)]	63 (90)	98 (100)	<0.01
Tempo chirurgico (min) [media (range)]	128.24 (88-205)	98.44 (40-200)	<0.01
Rimozione drenaggio (gg) [media (range)]	1.54 (1-5)	1.76 (1-11)	0.04
Ricanalizzazione (gg) [media (range)]	2.63 (1-7)	3.23 (1-20)	0.03
Ripresa alimentazione (gg) [media (range)]	2.70 (1-4)	3.16 (1-14)	0.04
Ripresa deambulazione (gg) [media (range)]	1.54 (1-5)	1.40 (1-5)	0.53
Trasfusioni (n° pazienti) [n (%)]	6 (8.57)	11 (11.22)	0.76
Degenza media (gg) [media (range)]	7.87 (4-37)	8.43 (4-60)	0.55

Tabella 9

Nel gruppo RRC-IA, il drenaggio chirurgico è stato posizionato in 63 casi, mentre tutti i pazienti sottoposti a LRC-EA sono risultati portatori di drenaggio. Esiste una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi nel tasso di posizionamento del drenaggio chirurgico (<0.01).

Il gruppo RRC-IA presenta un tempo operatorio medio superiore a quello del gruppo LRC-EA di circa 30 minuti. Tale differenza, riportata tra i due gruppi in studio, risulta essere statisticamente significativa (<0.01).

Per quanto concerne il decorso postoperatorio, i pazienti sottoposti ad intervento RRC-IA mostrano un tempo medio di rimozione del drenaggio chirurgico (p=0.04), ripresa della funzione alvica (p=0.03) e ripristino dell'alimentazione (p=0.04) minori rispetto a quanto riportato nel gruppo LRC-EA. Le differenze nei parametri sopra riportati sono statisticamente significative tra i due gruppi in studio.

La ripresa della deambulazione risulta simile tra i due gruppi.

I pazienti che hanno necessitato di trasfusioni nel corso della degenza post-operatoria sono stati 6 e 11 rispettivamente nel gruppo RRC-IA e LRC-EA. Nessuna differenza statisticamente significativa è stata riportata tra i due gruppi.

Relativamente alla durata media della degenza, calcolata in numero di giornate postoperatorie, i pazienti RRC-IA hanno una degenza pari a 7.87 giorni, mentre quelli LRC-EA di 8.43 giorni. Sebbene i pazienti RRC-IA presentino una degenza media inferiore a quella dei pazienti LRC-EA, la differenza riportata non è statisticamente significativa.

La tabella 10 mostra le complicanze post-operatorie (chirurgiche e mediche) classificate come grado I-II sec. Clavien-Dindo. (Tabella 10)

CLASSIFICAZIONE CLAVIEN-DINDO: GRADO I-II	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)	P
Complicanze chirurgiche [n (%)]			
▪ Rettorragia lieve	5 (7.10)	9 (9.18)	0.89
▪ Anemia acuta	6 (8.57)	9 (9.18)	
▪ Ritenzione urinaria acuta	0	1 (1.02)	
▪ Infezione vie urinarie	0	2 (2.04)	
▪ Infezione di ferita	3 (4.29)	3 (3.06)	
Complicanze mediche [n (%)]			
▪ Infarto miocardico acuto	0	2 (2.04)	0.44
▪ Polmonite	3 (4.29)	3 (3.06)	
▪ Leucemia mieloide	1 (1.43)	0	

Tabella 10

Le complicanze chirurgiche, tutte trattate con terapia conservativa o con cateterismo estemporaneo nel caso della ritenzione urinaria acuta, sono andate incontro ad una rapida risoluzione. Per quanto concerne le complicanze mediche, ne sono state riportate 4 e 5 rispettivamente nel gruppo RRC-IA e LRC-EA. Nel gruppo RRC-IA vengono descritti 3 casi di polmonite e un caso di leucemia mieloide (quest'ultimo non correlato all'intervento). Nel gruppo LRC-EA, invece, sono

riportati 2 casi di infarto miocardico acuto in pazienti cardiopatici severi e 3 casi di polmonite. Non esistono differenze statisticamente significative tra i due gruppi in studio per quanto riguarda le complicanze post-operatorie.

La tabella 11 mostra le complicanze post-operatorie, classificate come grado III secondo “Clavien-Dindo”, che hanno necessitato di un secondo intervento chirurgico. (Tabella 11)

CLASSIFICAZIONE CLAVIEN-DINDO: GRADO III	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)	P
Reintervento [n (%)]			
▪ Rettorragia severa	0	1 (1.02)	0.47
▪ Emoperitoneo	0	1 (1.02)	
▪ Deiscenza anastomotica	1 (1.43)	1 (1.02)	
▪ Peritonite	1 (1.43)	1 (1.02)	
▪ Occlusione intestinale	0	2 (2.04)	

Tabella 11

Due dei pazienti sottoposti a RRC-IA hanno necessitato di un secondo intervento: in un caso per deiscenza anastomotica, nell’altro per quadro di peritonite. Nel gruppo LRC-EA, invece, 6 pazienti sono stati sottoposti ad un secondo intervento a causa di: deiscenza parziale dell’anastomosi in 1 caso (trattata con raffia e confezionamento di ileostomia di protezione), peritonite in 1 caso (trattato con revisione dell’anastomosi e confezionamento di ileostomia derivativa), rettorragia severa in 1 caso (trattato con confezionamento di una nuova anastomosi), emoperitoneo in 1 caso per sanguinamento periduodenale (trattato con revisione dell’emostasi), occlusione intestinale su briglia aderenziale in 1 caso (trattata per via laparoscopica con la sola lisi della briglia aderenziale) ed occlusione intestinale per laparocele post-chirurgico in un caso (trattato con la semplice riduzione in addome dell’ansa incarcerata, previa valutazione della sua vitalità). Ad eccezione dei due casi di occlusione intestinale, tutti i reinterventi sono stati eseguiti con tecnica open tradizionale. Non esistono differenze statisticamente significative per tasso di reinterventi chirurgici.

La tabella 12 riporta il tasso di mortalità e nuova ospedalizzazione entro 30 giorni dalla dimissione. (Tabella 12)

	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)
Mortalità [n (%)]	0	0
Ospedalizzazione entro 30 giorni dalla dimissione [n (%)]	1 (1.43)	1 (1.02)

Tabella 12

Non sono stati riscontrati casi di mortalità in nessuno dei due gruppi ed un egual numero di nuove ospedalizzazioni a 30 giorni dalla dimissione è stato registrato nei due gruppi.

La tabella 13 mostra il numero medio dei linfonodi asportati e la distanza media della lesione dal margine di resezione chirurgica. (Tabella 13)

	RRC-IA (n=70)	LRC-EA (n=98)	P
Linfonodi (numero totale) [media (range)]	19.23 (1-44)	18.10 (2-40)	0.41
Distanza dal margine resezione (cm) [media (range)]	11.67 (1-35)	11.46 (2-28)	0.85

Tabella 13

Il numero medio di linfonodi asportati nel gruppo RRC-IA è pari a 19.23, mentre in quello LRC-EA si attesta a 18.10. La distanza media della lesione dal margine distale di resezione chirurgica è di 11.67 cm nel gruppo RRC-IA e di 11.46 cm in quello LRC-EA. Entrambe le procedure si sono dimostrate oncologicamente radicali per il trattamento delle lesioni neoplastiche. Va precisato che in tutti i pazienti affetti da patologia neoplastica sono state eseguite resezioni R0 nel rispetto dei criteri di radicalità oncologica. Non è stata dimostrata una superiorità statisticamente significativa di una procedura sull'altra in termini di risultati oncologici.

DISCUSSIONE

L'utilizzo del robot nella chirurgia addominale è stato approvato dall'Agenzia per gli Alimenti e Medicinali (Food and Drug Administration - FDA) nel 2000. (90)

Le prime procedure di chirurgia colo-rettale robot-assistita sono state pubblicate da Weber PA et al. nel 2002: nel loro articolo, gli autori riportavano il primo caso di emicolectomia destra e sigmoidectomia robot-assistite eseguite, nel mese di marzo 2011, con il sistema "Da Vinci" per patologia diverticolare su due differenti pazienti. (91)

La nascita della chirurgia robotica deriva dalla necessità di superare sia le differenti intrinseche limitazioni della chirurgia laparoscopica convenzionale - fornendo immagini tridimensionali ingrandite ad alta risoluzione, strumenti Endo-Wrist articolati capaci di imitare il movimento di una mano con 7 gradi di movimento, un'ergonomia superiore e la capacità di controllare la fotocamera senza un assistente - sia di semplificare le procedure chirurgiche più impegnative come il confezionamento dell'anastomosi intracorporea. (92)

L'emicolectomia destra laparoscopica con anastomosi intracorporea è, ancora oggi, considerata una delle più impegnative procedure laparoscopiche colo-rettali: (93) essa richiede infatti avanzate abilità laparoscopiche come l'esecuzione di suture e nodi intracorporei. (94)

Al giorno d'oggi, infatti, sebbene l'emicolectomia destra laparoscopica sia considerata il trattamento standard per le patologie benigne e maligne del colon destro, il confezionamento dell'anastomosi intracorporea, proprio per le sue difficoltà tecniche, resta ancora una procedura scarsamente utilizzata ed ad esclusivo appannaggio dei chirurghi laparoscopisti più esperti. (95)

L'anastomosi ileo-colica extracorporea continua pertanto ad essere la più ampiamente utilizzata in tutto il mondo. (96)

Prove crescenti suggeriscono che il confezionamento dell'anastomosi con tecnica intracorporea nell'emicolectomia destra fornisca differenti benefici (precoce ripresa della funzionalità alvica, minore ospedalizzazione e ridotto utilizzo di analgesici) come conseguenza di una minore manipolazione dei visceri, ridotta trazione sui meseri e minore incisione chirurgica. (94, 97, 98, 99)

Alla luce della sempre maggiore diffusione dei sistemi robotici nelle sale operatorie delle nostre strutture sanitarie e tenuto conto della indiscussa difficoltà tecnica nell'esecuzione dell'anastomosi intracorporea con tecnica mini-invasiva anche da parte di chirurghi laparoscopisti esperti, è sembrato opportuno valutare i potenziali benefici derivanti dall'utilizzo

del robot nell'esecuzione dell'anastomosi intracorporea durante la procedura di emicolectomia destra mini-invasiva rispetto alla maggiormente diffusa procedura di emicolectomia destra laparoscopica con anastomosi extracorporea. Lo scopo dello studio è stato pertanto quello di valutare i risultati a breve termine dell'intervento di emicolectomia destra robot-assistita con anastomosi intracorporea (RRC-IA) rispetto a quelli riportati nell'analoga procedura laparoscopica con anastomosi extracorporea (LRC-EA) in termini di: qualità della procedura chirurgica (risultati funzionali a breve termine e radicalità oncologica), decorso e complicanze post-operatorie e mortalità post-operatoria.

La raccolta dei dati è stata eseguita in maniera retrospettiva, procedendo all'analisi sistematica delle cartelle cliniche dei pazienti sottoposti ad intervento di emicolectomia destra nel periodo compreso tra Settembre 2013 ed Agosto 2017 presso la Clinica Chirurgica dell'azienda ospedaliera universitaria "Ospedali Riuniti di Ancona". Sulla base di predefiniti criteri di inclusione (età adulta, procedura di emicolectomia destra per patologia neoplastica o infiammatoria del colon destro) ed esclusione (interventi eseguiti con tecnica open o in regime d'urgenza, emicolectomia destra combinata ad altra procedura chirurgica, interventi convertiti a chirurgia open, interventi di emicolectomia destra eseguiti con confezionamento di anastomosi diversa da quella robotica intracorporea o laparoscopica extracorporea), sono stati selezionati 168 pazienti, dei quali 70 sottoposti ad intervento di emicolectomia destra robotica con anastomosi intracorporea (RRC-IA) e 98 ad emicolectomia destra laparoscopica con anastomosi extracorporea (LRC-EA).

Tutte le procedure chirurgiche sono state eseguite da due chirurghi laparoscopisti esperti e la scelta della differente tecnica chirurgica utilizzata (robotica o laparoscopica) è avvenuta casualmente in base alla disponibilità del sistema robotico da "Da Vinci Si" e dei chirurghi.

Con riferimento ai dati demografici, sono state riscontrate differenze statisticamente significative relativamente all'età, al rischio anestesilogico ASA-Score, alla pregressa chirurgia addominale ed all'istotipo di adenocarcinoma colico diagnosticato.

Il posizionamento del drenaggio chirurgico, eseguito in tutti i pazienti del gruppo LRC-EA, è risultato significativamente meno frequente nel gruppo RRC-IA. Sebbene il gruppo RRC-IA contemplasse tutti i casi di pazienti operati nel corso della curva di apprendimento della nuova procedura robot-assistita, il minor tasso di posizionamento del drenaggio chirurgico riscontrato nel gruppo RRC-IA potrebbe essere giustificato come conseguenza di un'elevata

affidabilità e sicurezza percepita dal chirurgo nel corso del confezionamento dell'anastomosi intracorporea robotica.

Il tempo chirurgico medio per l'esecuzione della RRC-IA è stato pari a 128.24 minuti, ovvero circa 30 minuti in più rispetto a quanto riportato nel gruppo LRC-EA. Sebbene i tempi operatori del gruppo RRC-IA siano risultati inferiori ai valori medi riportati in letteratura (range: 189-270 minuti) (87, 100, 101), anche nel nostro studio il tempo operatorio medio registrato nel gruppo RRC-IA è stato significativamente superiore rispetto a quello del gruppo LRC-EA in accordo con quanto riportato in diversi studi comparativi. (88, 102, 103) Una potenziale spiegazione di questo risultato potrebbe essere riconducibile alla curva di apprendimento della tecnica robotica ancora in essere per entrambi i chirurghi nel corso del nostro studio. La tecnica robotica è una metodica relativamente nuova e sarà soggetta ad ulteriori importanti perfezionamenti man mano che la tecnologia evolverà. Questi progressi avranno sicuramente un ulteriore e rilevante impatto sull'efficienza dei sistemi robotici in termini sia di costi di gestione sia dei tempi operativi delle procedure chirurgiche robot-assistite.

Nella valutazione del tempo di rimozione del drenaggio, della ripresa della funzionalità alvica e del ripristino dell'alimentazione, la procedura di RRC-IA si è dimostrata significativamente migliore rispetto a quella LRC-EA, associandosi ad un migliore recupero funzionale generale per il paziente nel gruppo RRC-IA. A nostro parere, questi risultati sarebbero riconducibili alla tecnica utilizzata per il confezionamento dell'anastomosi (intracorporea vs extracorporea) piuttosto che all'utilizzo del robot in quanto tale. Concordiamo infatti con quanto riportato in altri studi scientifici: l'esecuzione dell'anastomosi intracorporea determinerebbe un minor trauma viscerale, un'attenuata trazione sui peduncoli vascolari ed una ridotta dissezione del colon trasverso distale rispetto alla procedura di confezionamento di anastomosi extracorporea. (88, 102, 104)

Per quanto riguarda la durata dell'ospedalizzazione, sebbene i pazienti sottoposti a RRC-IA presentino una degenza media inferiore a quella dei pazienti operati di LRC-EA, nel nostro studio, la differenza riportata non è statisticamente significativa (RRC-IA: 7.87 gg vs LRC-EA: 8.43 gg). Analogamente, Parks et al., nel loro studio clinico randomizzato pubblicato nel 2012, non riscontravano una degenza ospedaliera significativamente minore nel gruppo robotico rispetto a quello laparoscopico dopo emicolectomia destra, concludendo che, sebbene fattibile e sicura, l'emicolectomia destra robotica non fornisce vantaggi clinici tali da giustificarne i

maggiori costi. (103) Tuttavia, va precisato che in letteratura sono stati riportati risultati contrastanti e che lo stesso studio di Parks et al., ritenuto una evidenza di riferimento per la comunità scientifica, non sia scevro di potenziali bias. (93) Trastulli et al. precisano infatti che se il confezionamento dell'anastomosi intracorporea è ritenuto l'elemento chiave per raggiungere un più rapido decorso post-operatorio ed una minore degenza ospedaliera, riportare nello stesso braccio di studio (robotico vs laparoscopico) tecniche miste di confezionamento dell'anastomosi (intracorporea ed extracorporea), come fatto da Park et al., potrebbe influenzare fortemente i risultati dello studio. (93) A differenza di Park et al., Morpugo e collaboratori riscontravano un tempo di canalizzazione ed ospedalizzazione significativamente inferiore nel gruppo di pazienti sottoposti ad emicolectomia destra robotica con anastomosi intracorporea rispetto a quelli operati di emicolectomia destra laparoscopica con anastomosi extracorporea. (88) I nostri risultati, potenzialmente condizionati dalla ancora scarsa esperienza maturata con la tecnica robotica, non ci permettono di accreditare, allo stato attuale, né i risultati di Park et al. né di Morpugo et al. Tuttavia, in accordo con Trastulli et al., riteniamo che una ridotta ospedalizzazione, favorita dall'esecuzione intracorporea dell'anastomosi chirurgica robot-assistita, potrebbe compensare i maggiori costi di gestione degli attuali sistemi robotici.

L'analisi del tasso delle complicanze postoperatorie, delle nuove ospedalizzazioni e della mortalità post-operatoria non ha dimostrato differenze significative tra la procedura RRC-IA e quella LRC-EA. Il tasso di reinterventi registrato nel gruppo robotico è inferiore rispetto a quanto riportato in quello laparoscopico, ma la differenza non è statisticamente significativa. Tali risultati risultano in linea con quanto riportato in letteratura (101).

La radicalità oncologica delle due procedure chirurgiche è stata valutata in termini di numero di linfonodi asportati e di distanza del margine colico dalla lesione. In accordo con i criteri di radicalità oncologici, tutti i pazienti operati per patologia neoplastica sono stati sottoposti a resezione R0 (oncologicamente radicali). Nel nostro studio il numero medio di linfonodi asportati è risultato pari a 19.24 e 18.10 rispettivamente con procedura RRC-IA e LRC-EA. Per quanto riguarda invece la distanza media tra il margine colico e la lesione colica, sono stati riportati valori di 11.67 cm nel gruppo RRC-IA e di 11.46 cm in quello LRC-EA. Analogamente a quanto riportato in letteratura, non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i due interventi per quanto riguarda la radicalità oncologica.

Il presente studio ha confermato la sicurezza e fattibilità tecnica dell'emicolectomia destra robot-assistita con anastomosi intracorporea evidenziandone alcuni potenziali vantaggi clinici a fronte però di tempi operatori maggiori.

Punti di forza dello studio sono stati l'uso di una tecnica chirurgica standardizzata in entrambe le procedure, l'esame ed il confronto di un'ampia corte di pazienti e la rigorosa analisi dei dati estrapolati. I principali limiti dello studio sono rappresentati dal disegno retrospettivo e di singolo centro, dalla mancanza di un'analisi dei costi e dall'assenza di un follow-up a lungo termine.

Studi clinici prospettici randomizzati controllati dovranno essere condotti al fine sia di approfondire i reali potenziali vantaggi clinici dell'emicolectomia destra robotica con anastomosi intracorporea, sia di favorire una riflessione sulla razionalizzazione della diffusione degli attuali sistemi robotici, tenuto conto dei rilevanti costi di acquisto e gestione della strumentazione robotica sostenuti dal sistema sanitario nazionale.

BIBLIOGRAFIA

1. Il robot industriale: caratteristiche tecniche ed applicazioni operative. Dott. Lotti Nevio. http://www.lvproject.com/images/IL_ROBOT_INDUSTRIALE_-_caratteristiche_tecniche_ed_applicazioni_operative.pdf
2. Oxford dictionary: "Robot": <https://en.oxforddictionaries.com/definition/robot>
3. Oxford dictionary: "Robotics": <https://en.oxforddictionaries.com/definition/robotics>
4. Enciclopedia Treccani: "Robot": <http://www.treccani.it/enciclopedia/robot>
5. Enciclopedia Treccani: "Robotica": <http://www.treccani.it/enciclopedia/robotica/>
6. Artificial Intelligence and Robotics. Michael Brady. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1984
7. Enciclopedia Treccani: "Robotica chirurgica": http://www.treccani.it/enciclopedia/robotica-chirurgica_%28Dizionario-di-Medicina%29/
8. World's first surgical robot in B.C. The Medical Post - The Maclean Hunter newspaper for the Canadian medical profession. Volume 21, No. 23
9. A robot arm assists in 3 brain operations. Sandra Blakeslee - The New York Times
10. Kwoh YS, Hou J; Jonckheere EA; Hayati S (1988) A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. IEEE Transactions on Biomedical Engineering 35(2):153-160
11. Bargar WL, Bauer A, Borner M (1998) Primary and revision total hip replacement using the ROBODOC system. Clin Orthop Relat Res 354:82-91
12. Davies BL, Harris SJ, Lin WJ, Hibberd RD, Middleton R, Cobb JC (1997) Active compliance in robotic surgery - the use of force control as a dynamic constraint. Proc Inst Mech Eng H. 211(4):285-292
13. Sackier JM, Wang Y (1994) Robotically assisted laparoscopic surgery. From concept to development. Surg Endosc 8(1):63-66

14. Falcone T, Goldberg J, Garcia-Ruiz A, Margossian H, Stevens L (1999) Full robotic assistance for laparoscopic tubal anastomosis: a case report. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 9(1):107-13
15. Boyd WD, Rayman R, Desai ND, Menkis AH, Dobkowski W, Ganapathy S, Kiaii B, Jablonsky G, McKenzie FN, Novick RJ (2000) Closed-chest coronary artery bypass grafting on the beating heart with the use of a computer-enhanced surgical robotic system. *J Thorac Cardiovasc Surg* 20(4):807-809
16. Marescaux J, Leroy J, Rubino F, Smith M, Vix M, Simone M, Mutter D (2002) Transcontinental robot-assisted remote telesurgery: feasibility and potential applications. *Ann Surg* 235(4):487-492
17. Carpentier A, Loulmet D, Aupècle B, Kieffer JP, Tournay D, Guibourt P, Fiemeyer A, Méléard D, Richomme P, Cardon C (1998) Computer assisted open-heart surgery. First case operated on with success *C R Acad Sci II* 321:437–442
18. Mohr FW, Falk V, Diegeler A, Autschback R (1999) Computer-enhanced coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 117:1212–1214
19. Himpens J, Leman G, Cadiere GB. (1998) Telesurgical laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 12(8):1091
20. Cadière GB, Himpens J, Vertruyen M, Bruyns J, Fourtanier G (1999) Nissen fundoplication done by remotely controlled robotic technique. *Ann Chir* 53(2):137-141
21. Cadiere GB, Himpens J, Vertruyen M, Favretti F (1999) The world's first obesity surgery performed by a surgeon at a distance. *Obes Surg* 9(2):206-209
22. Abbou CC, Hoznek A, Salomon L, Olsson LE, Lobontiu A, Saint F, Cicco A, Antiphon P, Chopin D (2001) Laparoscopic radical prostatectomy with a remote controlled robot. *J Urol.* 165(6 Pt 1):1964-1966
23. <https://www.urologiaroboticadavinci.it/chirurgia-robotica/>
24. <https://www.intuitivesurgical.com/company/regulatory-clearance.html>

25. Intuitive Surgical Investor Presentation - Investor Relations Solutions. Intuitive Surgical. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cBQmfkInZnwJ:phx.corporate-ir.net/External.File%3Fitem%3DUGFyZW50SUQ9Mzc5MTQzfENoaWxkSUQ9LTF8VHlwZT0z%26t%3D1%26cb%3D636307193992117528+&cd=1&hl=it&ct=clnk&gl=it&client=safari>
26. Senhance Robotic System - TransEnterix. <https://www.transenterix.com>
27. SPORT Surgical System. <https://titanmedicalinc.com/technology/>
28. MiroSurge - Medtronic. http://www.dlr.de/rm/en/desktopdefault.aspx/tabid-3795/16616_read-40529/
29. Versus Surgical Robotic System - CMR. <https://cmrsurgical.com/versius/>
30. AVATERA Surgical Robotic System - AVATERA. <https://www.avatera.eu/1/robot-assisted-surgery/>
31. Ab medica - about people about health. <http://www.abmedica.it/it/prodotti/da-vinci>
32. Da Vinci Surgery. <http://www.davincisurgery.com/da-vinci-general-surgery/da-vinci-surgical-system/>
33. Intuitive surgical. https://www.intuitivesurgical.com/products/davinci_surgical_system/davinci_surgical_system_si/
34. Da Vinci Surgical team - EndoWrist®/Single-Site®Instrument & Accessory Catalog May 2014. https://www.intuitivesurgical.com/products/871145_Instrument_Accessory_%20Catalog.pdf
35. ENDOWRIST ONETM ® VESSEL SEALER for the da Vinci Si TM System. http://davincigyn.com/pdfs/874939rD_Vessel%20Sealer%20Brochure_8.5x11in.pdf
36. Escobar PF, Haber G-P, Kaouk J, Kroh M, Chalikonda S, Falcone T (2011) Single-Port Surgery: Laboratory Experience with the daVinci Single-Site Platform. *JLS* 15(2): 136–141
37. Kroh M, El-Hayek K, Rosenblatt S, Chand B, Escobar P, Kaouk J, Chalikonda S (2011) First human surgery with a novel single-port robotic system: cholecystectomy using the da Vinci Single-Site platform. *Surg Endosc* 25(11):3566-3573

38. Morelli L, Guadagni S, Caprili G, Di Candio G, Boggi U, Mosca F (2013) Robotic right colectomy using the Da Vinci Single-Site platform: case report. *Int J Med Robot* 9(3):258-61
39. Single Site-Port. <http://www.jmegevand.it/single-site-port>
40. Sung Uk Bae, Se Jin Baek, Hyuk Hur, Seung Hyuk Baik, Nam Kyu Kim, Byung Soh Min (2013) Intraoperative Near Infrared Fluorescence Imaging in Robotic Low Anterior Resection: Three Case Reports. *Yonsei Med J* 54(4):1066–1069
41. Firefly™ Fluorescence Imaging for da Vinci Si™. <http://www.delec.com.uy/wp-content/uploads/2016/02/Firefly-Fluorescence-Imaging-for-da-Vinci-Si-2.pdf>
42. Intuitive surgical dualconsole. https://www.intuitivesurgical.com/products/davinci_surgical_system/davinci_surgical_system_si/dualconsole.php
43. Staderini F, Foppa C, Minuto A, Badii A, Qirici E, Trallori G, Mallardi B, Lami G, Macrì G, Bonanomi A, Bagnoli S, Perigli G, Cianchi F (2016) Robotic rectal surgery: State of the art. *World J Gastrointest Oncol* 15; 8(11):757–771
44. Robotic Surgery - Current Applications and New Trends. Spinoglio G, Marano A, Formosano G. *Updates in Surgery*. Springer
45. Szold A, Bergamaschi R, Broeders I, Dankelman J, Forgione A, Langø T, Melzer A, Mintz Y, Morales-Conde S, Rhodes M, Satava R, Tang CN, Vilallonga R; European Association of Endoscopic Surgeons (2015) European Association of Endoscopic Surgeons (EAES) consensus statement on the use of robotics in general surgery. *Surg Endosc*. 29(2):253-88
46. Kornprat P, Werkgartner G, Cerwenka H, Bacher H, El-Shabrawi A, Rehak P, Mischinger HJ (2006) Prospective study comparing standard and robotically assisted laparoscopic cholecystectomy. *Lagenbecks Arch Surg* 391:216–221
47. Nio D, Bemelman WA, Busch ORC, Vrouenraets BC, Gouma DJ (2004) Robot-assisted laparoscopic cholecystectomy versus conventional laparoscopic cholecystectomy: a comparative study. *Surg Endosc* 18:379–382

48. Breitenstein S, Nocito A, Puhan M, Held U, Weber M, Clavien PA (2008) Robotic-assisted versus laparoscopic cholecystectomy: outcome and cost analyses of a case-matched control study. *Ann Surg* 247(6):987–993
49. Gurusamy KS, Samraj K, Fusai G, Davidson BR (2012) Robot assistant versus human or another robot assistant in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Cochrane Database Syst Rev*, 9:CD006578
50. Wren SM, Curet MJ (2011) Single-port robotic cholecystectomy: results from a first human use clinical study of the new da Vinci single-site surgical platform. *Arch Surg* 146(10):1122–1127
51. Pietrabissa A, S F, Morelli L, Badessi F, Pugliese L, Vinci A, Klersy C, Spinoglio G (2012) Overcoming the challenges of single-incision cholecystectomy with robotic single-site technology. *Arch Surg* 147(8):709–714
52. Buzad FA, C L, Brown TC, Fagin RS, Hebert AE, Kaczmarek CA, Pack AN, Payne TN (2013) Single-site robotic cholecystectomy: efficiency and cost analysis. *Int J Med Robot* 9(3):365–370
53. Gonzalez AM, R J, Donkor C, Romero RJ, Kosanovic R, Verdeja JC (2013) Single-incision cholecystectomy: a comparative study of standard laparoscopic, robotic, and SPIDER platforms. *Surg Endosc* 27(12):4524–4531
54. Morel P, Buchs NC, Iranmanesh P, Pugin F, Buehler L, Azagury DE, Jung M, Volonte F, Hagen ME (2014) Robotic single-site cholecystectomy. *J Hepatobil Pancreat Sci* 21(1):18–25
55. Konstantinidis KM, H P, Hirides S, Chrysocheris P, Georgiou M (2012) Cholecystectomy using a novel single-site robotic platform: early experience from 45 consecutive cases. *Surg Endosc* 26(9):2687–2694
56. Wren SM, Curet MJ (2011) Single-port robotic cholecystectomy: results from a first human use clinical study of the new da Vinci single-site surgical platform. *Arch Surg* 146(10):1122–1127
57. Spinoglio G, Lenti LM, Maglione V, Lucido FS, Priora F, Bianchi PP, Grosso F, Quarati R (2012) Single-site robotic cholecystectomy (SSRC) versus single-incision laparoscopic

cholecystectomy (SILC): comparison of learning curves. First European experience. *Surg Endosc* 26(6):1648–1655

58. Romero-Talama's H, Matthew K (2014) Cholecystectomy by using a surgical robotic system. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 21(1):11–17

59. Morel P, Hagen ME, Bucher P, Buchs NC, Pugin F (2011) Robotic single-port cholecystectomy using a new platform: initial clinical experience. *J Gastrointest Surg* 15(12): 2182–2186

60. Kroh M, E-H K, Rosenblatt S, Chand B, Escobar P, Kaouk J, Chalikonda S (2011) First human surgery with a novel singleport robotic system: cholecystectomy using the da Vinci Single-Site platform. *Surg Endosc* 25(11):3566–3573

61. Berber E, Hizir Yakup Akyildiz, Aucejo F, Gunasekaran G, Chalikonda S, Fung J (2010) Robotic versus laparoscopic resection of liver tumours. *HPB* 12:583–586

62. Yu YD, Kim KH, Jung DH, Namkoong JM, Yoon SY, Jung SW, Lee SK, Lee SG (2014) Robotic versus laparoscopic liver resection: a comparative study from a single center. *Langenbecks Arch Surg* 399(8):1039-45

63. Dagher I, Di Giuro G, Dubrez J, Lainas P, Smadja C, Franco D (2009) Laparoscopic versus open right hepatectomy: a comparative study. *Am J Surg* 198:173–177

64. Dagher I, O'Rourke N, Geller DA, Cherqui D, Belli G, Gamblin TC, Lainas P, Laurent A, Nguyen KT, Marvin MR, Thomas M, Ravindra K, Fielding G, Franco D, Buell JF (2009) Laparoscopic major hepatectomy: an evolution in standard of care. *Ann Surg* 198:856–860

65. Abu Hilal M, Di Fabio F, Teng MJ, Lykoudis P, Primrose JN, Pearce NW (2011) Single-centre comparative study of laparoscopic versus open right hepatectomy. *J Gastrointest Surg* 15:818–823

66. Giulianotti PC, Coratti A, Angelini M, Sbrana F, Cecconi S, Balestracci T, Caravaglios G (2003) Robotics in general surgery: personal experience in a large community hospital. *Arch Surg* 2003 Jul;138(7):777-784

67. Stafford AT, Walsh RM. J (2015) Robotic surgery of the pancreas: The current state of the art. *Surg Oncol* 112(3):289-294
68. Waters JA, Canal DF, Wiebke EA, Dumas RP, Beane JD, Aguilar-Saavedra JR, Ball CG, House MG, Zyromski NJ, Nakeeb A, Pitt HA, Lillemoe KD, Schmidt CM (2010) Robotic distal pancreatectomy: cost effective? *Surgery* 148:814–823
69. Kang CM, Kim DH, Lee WJ, Chi HS (2011) Conventional laparoscopic and robot-assisted spleen-preserving pancreatectomy: does da Vinci have clinical advantages? *Surg Endosc* 25(6): 2004–2009
70. Daouadi M, Zureikat AH, Zenati MS, Choudry H, Tsung A, Bartlett DL, Hughes SJ, Lee KK, Moser AJ, Zeh HJ (2013) Robot-assisted minimally invasive distal pancreatectomy is superior to the laparoscopic technique. *Ann Surg* 257:128–132
71. Draaisma WA, R J, Scheffer RC, Simmermacher RK, Gooszen HG, Rijnhart-de Jong HG, Buskens E, Broeders IA (2006) Randomized clinical trial of standard laparoscopic versus robot assisted laparoscopic Nissen fundoplication for gastro-esophageal reflux disease. *Br J Surg* 93(11):1351–1359
72. Muller-Stich BP, Reiter MA, Mehrabi A, Wente MN, Fischer L, Koninger J, Gutt CN (2009) No relevant difference in quality of life and functional outcome at 12 months' follow-up-a randomized controlled trial comparing robot-assisted versus conventional laparoscopic Nissen fundoplication. *Lagenbecks Arch Surg* 394(3):441–446
73. Morino M, Pellegrino L, Giaccone C, Garrone C, Rebecchi F (2006) Randomized clinical trial of robot-assisted versus laparoscopic Nissen fundoplication. *Br J Surg* 93(5):553–558
74. Melvin WS, Needleman BJ, Krause KR, Schneider C, Ellison EC (2002) Computer-enhanced vs. standard laparoscopic antireflux surgery. *J Gastrointest Surg* 6(1):11–15
75. Frazzoni M, Conigliaro R, Colli G, Melotti G (2012) Conventional versus robot-assisted laparoscopic Nissen fundoplication: a comparison of postoperative acid reflux parameters. *Surg Endosc* 26(6):1675–1681
76. Horgan S, Galvani C, Gorodner MV, Omelanczuck P, Elli F, Moser F, Durand L, Caracoche M, Nefa J, Bustos S, Donahue P, Ferraina P (2005) Robotic-assisted Heller myotomy versus

laparoscopic Heller myotomy for the treatment of esophageal achalasia: multicenter study. *J Gastrointest Surg* 9(8):1020–1030

77. Melvin WS, Dundon JM, Talamini M, Horgan S (2005) Computer-enhanced robotic telesurgery minimizes esophageal perforation during Heller myotomy. *Surgery* 138:553–558

78. Perry KA, Kanji A, Drosdeck JM, Linn JG, Chan A, Muscarella P, Melvin WS (2014) Efficacy and durability of robotic Heller myotomy for achalasia: patient symptoms and satisfaction at long-term follow-up. *Surg Endosc* 28:3162–3167

79. Maeso S, Reza M, Mayol JA, Blasco JA, Guerra M, Andradas E, Plana MN (2010) Efficacy of the Da Vinci surgical system in abdominal surgery compared with that of laparoscopy: systematic review and meta-analysis. *Ann Surg* 252:254–262

80. Marano A, C Y, Hyung WJ, Kim YM, Kim J, Noh SH (2013) Robotic versus laparoscopic versus open gastrectomy: a metaanalysis. *J Gastric Cancer* 12(2):136–148

81. Caruso S, P A, Marrelli D, Ceccarelli G, Ceribelli C, Roviello F, Casciola L (2011) Open vs robot-assisted laparoscopic gastric resection with D2 lymph node dissection for adenocarcinoma: a case-control study. *Int J Med Robot* 7(4) 452–458

82. Jiang ZW, Z K, Wang G, Bao Y, Xie LF, Liu FT, Pan HF, Zhang XL, Ruan H, Li N, Li JS (2012) Application of surgical robotic system in patients with gastric cancer: a report of 120 cases. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi* 15(8):801–803

83. Liu JZ, Chen P, Zhao Y, Pan HF, Li JS (2013) Full robotassisted gastrectomy with intracorporeal robot-sewn anastomosis produces satisfying outcomes. *World J Gastroenterol* 19(38):6427–6437

84. Hyun MH, L C, Kwon YJ, Cho SI, Jang YJ, Kim DH, Kim JH, Park SH, Mok YJ, Park SS (2013) Robot versus laparoscopic gastrectomy for cancer by an experienced surgeon: comparisons of surgery, complications, and surgical stress. *Ann Surg Oncol* 20(4):1258–1265

85. Antoniou SA, A G, Koch OO, Pointner R, Granderath FA (2012) Robot-assisted laparoscopic surgery of the colon and rectum. *Surg Endosc* 26(1):1–11

86. Casillas MA Jr, Leichtle S, Wahl WL, Lampman RM, Welch KB, Wellock T, Madden EB, Cleary RK (2014) Improved perioperative and short-term outcomes of robotic versus conventional laparoscopic colorectal operations. *Am J Surg* 208:33–40
87. D’Annibale A, P G, Morpurgo E, Monsellato I, Pende V, Lucandri G, Termini B, Orsini C, Sovernigo G (2010) Robotic right colon resection: evaluation of first 50 consecutive cases for malignant disease. *Ann Surg Oncol* 17(11):2856–2862
88. Morpurgo E, C T, Molaro R, Zerbinati A, Orsini C, D’Annibale A (2013) Robotic-assisted intracorporeal anastomosis versus extracorporeal anastomosis in laparoscopic right hemicolectomy for cancer: a case control study. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 23(5):414–417
89. Il trattamento chirurgico del carcinoma del colon retto. Massimo Sartelli, Rodolfo Scibè. Editore: Alpes Italia. Anno edizione: 2006
90. Damle A, Damle RN, Flahive JM, Schlussek AT, Davids JS, Sturrock PR, Maykel JA, Alavi K (2017) Diffusion of technology: Trends in robotic-assisted colorectal surgery. *Am J Surg* 214(5):820-824
91. Weber PA, Merola S, Wasielewski A, Ballantyne GH (2002) Telerobotic-assisted laparoscopic right and sigmoid colectomies for benign disease. *Dis Colon Rectum* 45(12): 1689-94; discussion 1695-1696
92. Kelley SR, Duchalais E, Larson DW (2017) Robotic right colectomy with intracorporeal anastomosis for malignancy. *J Robot Surg* 25
93. Trastulli S, Coratti A, Guarino S, Piagnerelli R, Anecchiarico M, Coratti F, Di Marino M, Ricci F, Desiderio J, Ciocchi R, Parisi A (2015) Robotic right colectomy with intracorporeal anastomosis compared with laparoscopic right colectomy with extracorporeal and intracorporeal anastomosis: a retrospective multicentre study. *Surg Endosc* 29(6):1512-21
94. Shapiro R, Keler U, Segev L, Sarna S, Hatib K, Hazzan D (2016) Laparoscopic right hemicolectomy with intracorporeal anastomosis: short- and long-term benefits in comparison with extracorporeal anastomosis. *Surg Endosc* 2016 Sep;30(9):3823-9

95. Ricci C, Casadei R, Alagna V, Zani E, Taffurelli G, Pacilio CA, Minni F (2016) A critical and comprehensive systematic review and meta-analysis of studies comparing intracorporeal and extracorporeal anastomosis in laparoscopic right hemicolectomy. *Langenbecks Arch Surg* 402(3):417-427
96. Lujan HJ, Plasencia G, Rivera BX, Molano A, Fagenson A, Jane LA, Holguin D (2018) Advantages of Robotic Right Colectomy With Intracorporeal Anastomosis. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 28(1):36-41
97. Feroci F, Lenzi E, Garzi A, Vannucchi A, Cantafio S, Scatizzi M (2013) Intracorporeal versus extracorporeal anastomosis after laparoscopic right hemicolectomy for cancer: a systematic review and meta-analysis. *Int J Colorectal Dis* 28(9):1177-1186
98. Grams J, Tong W, Greenstein AJ, Salky B (2010) Comparison of intracorporeal versus extracorporeal anastomosis in laparoscopic-assisted hemicolectomy. *Surg Endosc* 24(8):1886-1891
99. Hellan M, Anderson C, Pigazzi A (2009) Extracorporeal versus intracorporeal anastomosis for laparoscopic right hemicolectomy. *JSLs* 13(3):312-317
100. deSouza AL, Prasad LM, Park JJ, Marecik SJ, Blumetti J, Abcarian H (2010) Robotic assistance in right hemicolectomy: is there a role? *Dis Colon Rectum* 53(7): 1000-1006
101. Buchs NC, Pugin F, Bucher P, Morel P (2011) Totally robotic right colectomy: a preliminary case series and an overview of the literature. *Int J Med Robot* 7:348–352
102. Lujan HJ, Maciel VH, Romero R, Plasencia G (2013) Laparoscopic versus robotic right colectomy: a single surgeon's experience. *J Robot Surg* 7:95-102
103. Park JS, Choi GS, Park SY, Kim HJ, Ryuk JP (2012) Randomized clinical trial of robot-assisted versus standard laparoscopic right colectomy. *Br J Surg* 99:1219-1226
104. Scatizzi M, Kroning KC, Borrelli A, Andan G, Lenzi E, Feroci F (2010) Extracorporeal versus intracorporeal anastomosis after laparoscopic right colectomy for cancer: a case-control study. *World J Surg* 34:2902-2908

Figure:

* Figura estratta dal sito di cui al riferimento bibliografico 31.

° Figura estratta dal sito di cui al riferimento bibliografico 34.

§ Figura intraoperatoria: emicolectomia destra robotica con anastomosi intracorporea - Prof. Mario Guerrieri, Clinica Chirurgica - Università Politecnica delle Marche (UNIVPM).