



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

DOTTORATO

in **TECNOLOGIE AVANZATE IN CHIRURGIA (XXXV ciclo)**

Coordinatore: Prof. Andrea Mingoli

Chirurgia robotica coloretta: esperienza iniziale

Candidata:

Dott.ssa Ambra Chiappini

Matricola 1171269

Relatore:

Prof. Enrico Fiori

Anno Accademico: 2021/22

Ai miei genitori,

INDICE

ABSTRACT	4
1. IL ROBOT	6
1.1 INTRODUZIONE.....	6
1.2 CENNI STORICI.....	6
1.3 DESCRIZIONE.....	9
1.4 STRUMENTARIO.....	12
2. LA CHIRURGIA MININVASIVA	15
2.1 LAPAROSCOPICA VERSUS ROBOTICA.....	15
2.2 EMICOLECTOMIA DESTRA ROBOTICA	16
2.3 EMICOLECTOMIA SINISTRA E RESEZIONE DEL RETTO ROBOTICA.....	19
3. CHIRURGIA ROBOTICA COLORETTALE. ESPERIENZA DEL DIPARTIMENTO "P. VALDONI"	23
3.1 INTRODUZIONE.....	23
3.2 PAZIENTI E METODI	24
3.3 RISULTATI.....	28
3.4 DISCUSSIONE	32
3.5 CONCLUSIONI.....	38
4. BIBLIOGRAFIA	39

ABSTRACT

INTRODUZIONE

Dal 2019 è stata introdotta, presso il Dipartimento di Chirurgia "Pietro Valdoni" del Policlinico "Umberto I" di Roma, la chirurgia robotica. Scopo del presente studio è presentare una rassegna retrospettiva dei dati raccolti dei pazienti sottoposti ad intervento chirurgico robotico per patologia colorettales.

PAZIENTI E METODI

Da ottobre 2020 a settembre 2022, 35 pazienti sono stati sottoposti a chirurgia robotica colorettales, con l'utilizzo del Sistema da Vinci X IS4200. Lo staff chirurgico (l'operatore ed assistenti al tavolo) è stato lo stesso per tutte le procedure. L'indicazione alla chirurgia è stata sia la patologia benigna che maligna del colon e del retto: cancro del colon-retto, adenomi non resecabili endoscopicamente, malattia diverticolare complicata. I dati demografici, patologici, i risultati perioperatori e postoperatori di ogni paziente sono stati registrati prospetticamente nel nostro database dipartimentale e successivamente analizzati. Tutte le procedure sono state eseguite con 5 port: 3 robotici e 2 laparoscopici.

RISULTATI

La popolazione si compone di 35 pazienti (14 maschi e 12 femmine), con un'età media di 70 anni (range: 52-90) e un BMI di 24 kg/m². La neoplasia maligna colorettales è stata l'indicazione chirurgica in circa l'82,8% dei casi, la malattia diverticolare complicata nell'8,6% e gli adenomi non resecabili endoscopicamente nel restante 8,6%. L'intervento maggiormente eseguito è stato la resezione anteriore del retto (50%), seguito dall'emicolectomia destra (27,3%) e dall'emicolectomia sinistra (22,7%). Il tempo operatorio totale medio è stato di 259 (intervallo: 180-390) minuti e il tempo di preparazione (docking) è stato di 25 minuti (intervallo:10-305). Ci sono state due conversioni. Tutti i pazienti che presentavano tumori del colon o del retto hanno ottenuto un'adeguata radicalità

oncologica. Il tempo medio di degenza è stato di 7 giorni (range: 6-11). 4 pazienti (12,1%) hanno avuto una complicanza secondo la Classificazione di Clavien-Dindo (grado I per due pazienti, Grado II e III per un paziente ciascuno).

CONCLUSIONI

La chirurgia robotica coloretale è una procedura sicura e fattibile. La visione 3D ingrandita e la maggiore libertà di movimento robotica rispetto alla chirurgia laparoscopica aumenta la precisione dei gesti chirurgici di base come trazione, controtrazione e migliora la dissezione anatomica. I tempi operatori sono ancora lunghi se paragonati alla chirurgia laparoscopica, soprattutto all'inizio della curva di apprendimento, e il loro significato è argomento di discussione. Con l'esperienza tuttavia questi possono sovrapporsi. Inoltre, la precisione chirurgica porta ad un basso tasso di complicanze e di conseguenza ad una riduzione della degenza ospedaliera. Ciò può incidere sulla diminuzione dei costi sanitari complessivi. È necessario continuare a raccogliere dati per confermare queste ipotesi.

Parole chiave: chirurgia robotica, chirurgia colon-rettale, chirurgia mininvasiva, da Vinci

1. IL ROBOT

1.1 INTRODUZIONE

Il Robot Institute of America definisce un robot come “un manipolatore riprogrammabile multifunzionale progettato per muovere materiali, componenti o strumenti attraverso movimenti programmati per l’esecuzione di una varietà di compiti e procedure” [1]. Il termine di chirurgia robotica si riferisce alla tecnologia chirurgica che interpone uno strumento elettromeccanico computer-assistito nella traiettoria tra il chirurgo e il paziente [2]. Il termine più accurato per gli strumenti attuali è “manipolatori in telepresenza remota”, perché la tecnologia oggi disponibile generalmente non agisce senza l’esplicito e diretto controllo di un operatore umano. Gli elementi chiave di questa “telepresenza remota” sono l’implementazione delle abilità e dell’esperienza del chirurgo e l’alterazione del tradizionale contatto diretto tra chirurgo e paziente [3].

1.2 CENNI STORICI

Il termine “robot”, che deriva dal ceco robota, servo, è stato impiegato per la prima volta dal drammaturgo Karel Capek nel suo dramma Rossum’s Universal Robots del 1921, e successivamente ripreso nei primi anni ’40 da Isaac Asimov nella sua storia breve Runaround. In seguito, i robot sono progressivamente entrati nell’immaginario collettivo grazie a un’ampia letteratura fantascientifica e a un crescente ruolo, non sempre positivo, assunto nella cinematografia. Il passaggio dalla fantasia alla realtà è datato al 1958, quando la General Motors introduce Unimate nella produzione automobilistica [4]. L’introduzione della tecnologia robotica nel campo della chirurgia è molto più recente, essendo avvenuto negli ultimi vent’anni, spinto dai progressi della tecnologia biomedica, in particolar modo nel campo delle tecnologie endoscopiche e metodiche mininvasive, e dall’importante sviluppo della tecnologia informatica. I primi impieghi della chirurgia robotica sono avvenuti nel campo della neurochirurgia, quando nel 1983 venne sviluppato, presso l’UCB Hospital di Vancouver dal gruppo di ingegneria biomedica guidata dal dr. James McEwen,

“*Arthrobot*” come strumento per manipolare, su comando vocale, la posizione della gamba durante gli interventi in artroscopia. Nel 1985, presso il “Memorial Medical Center” di Long Beach, in California, il robot chiamato ‘The Unimation Puma 200’, venne utilizzato per posizionare un ago in una biopsia cerebrale guidata con la TAC con il risultato riferito di migliorare la precisione movimenti ed accelerare i tempi di esecuzione [5]. Successivamente impiegati nel campo dell’ortopedia (il 1992 è l’anno in cui fu introdotto Robodoc, impiegato nella chirurgia protesica d’anca), i sistemi robotici sono stati più recentemente impiegati nei diversi campi della chirurgia addominale generale e specialistica. La Computer Motion e la Intuitive Surgical erano le due principali compagnie produttrici di sistemi chirurgici robotici fino a quando, nel 2003, la seconda ha acquistato la prima. Dapprima la Computer Motion, fondata nel 1989 da Yulun Wang, ha commercializzato AESOP, che sarà nel 1994 il primo robot chirurgico approvato dalla FDA (Food and Drug Administration), e lo Zeus Robotic Microsurgical System, introdotto nel 1998, che sarà impiegato nel 2001 per la prima esperienza di telechirurgia sull’uomo. [6] La Intuitive Surgical, poi, nata nel 1995 sulla base degli sviluppi tecnologici acquisiti presso lo Stanford Research Institute, ha sviluppato e commercializzato il Da Vinci Surgical System, che sarà lo strumento con il quale nel 2002 Weber eseguirà il primo intervento di chirurgia robotica colo-rettale: emicolectomia destra per diverticolite cecale [7].

Attualmente il sistema da Vinci è la piattaforma più all’avanguardia presente sul mercato, disponibile in due diversi sistemi: il da Vinci Si e il da Vinci Xi (Fig. 1). Il primo, che fece il suo ingresso sul mercato nel 1999 è considerato, ora come 20 anni fa, il gold standard per le procedure di media complessità in campi quali l’urologia, la ginecologia, e la chirurgia generale per un singolo quadrante. Il secondo invece, è un’innovazione del da Vinci Si, introdotto in Italia nel 2014, rappresenta lo strumento ideale per la chirurgia ad alta complessità in campi chirurgici ampi e multi-quadrante, grazie in particolare alla sua estrema mobilità. Risulta così adatto agli interventi in campo urologico, ginecologico e di chirurgia generale complessa, massimizzando gli accessi anatomici e garantendo una visione 3D-HD. Quest’ultima versione supera le limitazioni della chirurgia tradizionale permettendo al chirurgo di eseguire interventi chirurgici complessi con una tecnica

minimamente invasiva, aggiungendo una visione 3D ad alta definizione combinata alla strumentazione Endowrist e il sistema intuitivo del controllo degli strumenti. Alla quarta generazione appartiene anche il modello da Vinci XIS4200 (Fig. 2).

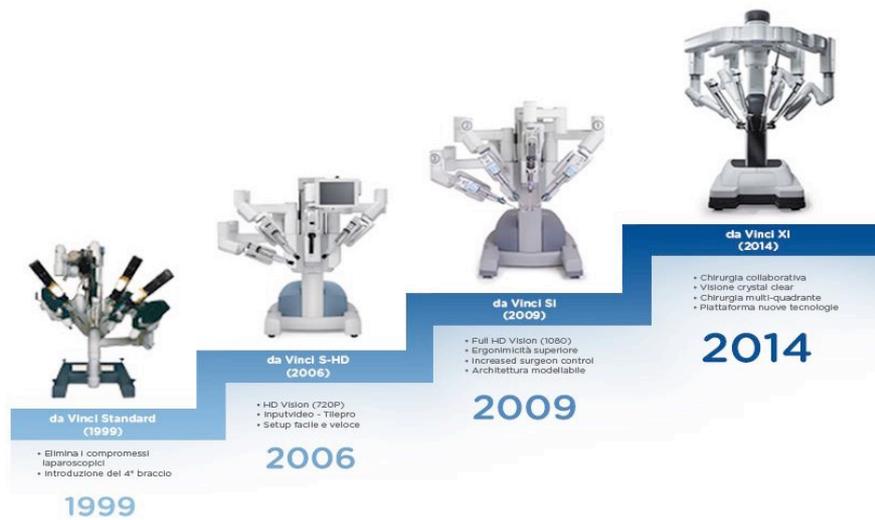


Figura 1. Sviluppo del Sistema da Vinci
<https://www.abmedica.it/robotica/da-vinci>



Figura 2. Robot da Vinci XIS4200

1.3 DESCRIZIONE

Il sistema ha tre componenti fondamentali: la stazione di lavoro, o console chirurgica (master), il carrello chirurgico (slave), il carrello vision (Fig. 3).



Figura 3. Componenti del sistema robotico
<https://www.abmedica.it/robotica/da-vinci>

La console chirurgica è il centro di controllo del sistema da Vinci Xi. Essa si trova posizionata esternamente al campo sterile, è la struttura presso la quale si posiziona il chirurgo e dalla quale controlla l'endoscopio 3D e gli strumenti EndoWrist, applicati ai bracci, per mezzo di manipolari (master) e di pedali.

In particolare, la console chirurgica consta di:

- Master controller
- Visore stereo
- Touchpad
- Pod destro e Pod sinistro
- Pannello di interruttore a pedale

L'operatore appoggia gli avambracci sulla consolle, scaricando il peso; inserisce la testa nell'apposito vano, appoggiando la fronte e direzionando lo sguardo nei due oculari posti al centro dello stesso (Fig.4). Le mani andranno ad interagire con i manipolatori (**master**

controller), all'interno dei quali si infilano le dita (pollice ed indice o medio all'interno di due coppie di anelli), attraverso cui si trasforma il segnale meccanico impostogli, in segnale elettrico, trasmettendolo a sua volta ai bracci meccanici tramite appositi attuatori. Gli strumenti EndoWrist sono controllati e manovrati dall'avvicinamento, allontanamento e inclinazione di pollice e medio, l'uno rispetto all'altro; mentre l'endoscopio all'interno del paziente viene gestito dal movimento della mano o del braccio.

Nel **visore stereo** le punte degli strumenti sono allineate con i manipolatori, così da simulare l'allineamento naturale di occhio-mano-strumento tipico della chirurgia classica, ovviando a errori e complicazioni dovuti al tremore fisiologico delle mani del chirurgo. Il **visore stereo** fornisce l'immagine video in diretta all'operatore seduto alla console, la porta panoramica fornisce supporto ergonomico a testa e collo; quindi, un grande comfort durante le procedure più lunghe. I canali video sinistro e destro, integrati dal visualizzatore stereo, forniscono un'immagine video 3D continua, estendendo la visione del chirurgo sul campo operatorio. Il visore stereo visualizza anche messaggi e icone che trasmettono lo stato del sistema.



Figura 4. Chirurgo seduto alla consolle

Il **touchpad** è localizzato al centro del bracciolo della console chirurgica e fornisce i mezzi per selezionare le varie funzionalità di sistema.

Il **pod sinistro** e il **pod destro** sono localizzati su entrambi i braccioli della console chirurgica. Il pod sinistro permette di controllare la posizione ergonomica, mentre su quello destro si trovano i pulsanti di accensione (Power) e stop di emergenza (Emergency Stop).

Infine, il **pannello di interruttore a pedale** si trova sul pavimento, direttamente sotto l'operatore ed è utilizzato per selezionare le varie attività chirurgiche.

La consolle chirurgica è dotata di maniglie su entrambi i lati per essere spostata e posizionata.

Il carrello vision contiene l'unità centrale di elaborazione e processamento dell'immagine. Comprende un monitor touchscreen da 24 pollici, un elettrobisturi ERBE VIO dV per l'erogazione di energia monopolare e bipolare e ripiani regolabili per attrezzature chirurgiche ausiliarie opzionali, quali insufflatori. Il sistema da Vinci Xi comprende anche un sistema video ad alta definizione (full HD).

Il carrello paziente è il componente operativo del sistema ed è costituito di quattro braccia dedicate al supporto di strumenti ed endoscopio. La struttura è formata da un basamento ad H su ruote e da una colonna che regge i quattro bracci. Sul retro del componente, in corrispondenza delle maniglie per la movimentazione, si trova un touchpad con i comandi per la selezione preoperatoria della tipologia di intervento. In aggiunta è possibile posizionare manualmente, in altezza e avanzamento rispetto alla base di rotazione del gruppo di braccia, fino ad un massimo di 270°.

Ogni braccio è dotato di una serie di giunti che ne consentono l'articolazione in diverse posizioni dello spazio, più un meccanismo all'estremità per l'ancoraggio con il trocar. Dopo l'accensione il sistema esegue un check-up automatico e i bracci vengono rivestiti con involucri sterili. Nel caso della chirurgia addominale, dopo l'induzione dello pneumoperitoneo e l'inserimento dei trocars robotici, distanziati tra loro almeno 8 cm per evitare eventuali collisioni del robot, i bracci vengono collegati a questi (Docking) e gli strumenti sono inseriti sotto visione nel campo operatorio dall'assistente.

Il docking e il settaggio iniziale della macchina sono enormemente facilitati dalla funzione laser che permette il corretto posizionamento del robot permettendo il migliore

posizionamento delle braccia robotiche prendendo come punto di riferimento il trocar per l'ottica, riducendo così ulteriormente il rischio di collisione (Fig. 5).

L'introduzione del nuovo sistema robotico da Vinci Xi ha permesso un più facile sistema di docking, un più ampio range di movimento delle braccia robotiche che risultano essere anche più piccole e sottili, la possibilità di inserire l'ottica in ciascuno dei bracci robotici ed un migliore accesso a differenti regioni anatomiche nel corso dello stesso intervento.



Figura 8 - Sistema laser per il centraggio del robot sul trocar per l'ottica

Una volta effettuato il docking dei bracci operativi, l'introduzione degli strumenti e la loro visualizzazione iniziale è favorita da opportuni segnali visivi ai lati dello schermo che ne indicano la direzione e il movimento sia sul Touchscreen che a livello del visore ottico. Ogni movimento del tavolo operatorio dopo il fissaggio dei bracci ai trocars è controindicato e può essere estremamente pericoloso. Il chirurgo prende il suo posto alla console e l'intervento può cominciare.

1.4 STRUMENTARIO

Esiste una grande varietà di strumenti disponibili per la chirurgia robotica ognuno dei quali ha una destinazione d'uso definita per consentire clampaggi, suture, manipolazione e dissezione di tessuti (Fig. 9). Gli strumenti EndoWrist hanno un diametro di 8mm e una lunghezza di circa 60cm; Sono dotati di un polso (wrist) che permette una libertà di

movimento su sette assi e una rotazione di quasi 360°. Nella gamma degli strumenti robotici possiamo trovare portaghi, forbici cauterizzate e a freddo, pinze da presa e dissestori bipolari di diverse tipologie, eccetto il dissestori ad ultrasuoni.

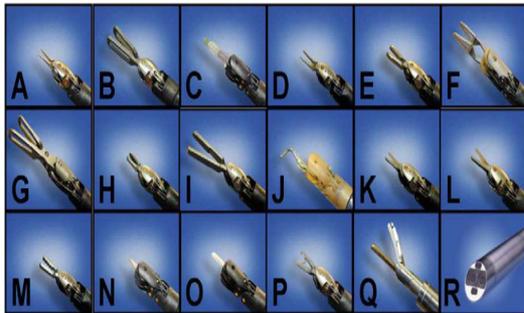


Figura 9 – Strumenti EndoWrist attualmente disponibile per il sistema chirurgico da Vinci

I movimenti delle mani del chirurgo alla console vengono calibrati, filtrati e tradotti in modo fluido, senza “scatti”, in precisi movimenti degli strumenti chirurgici EndoWrist, installati sui bracci del robot all'interno del corpo. Il complesso software elimina il tremore umano e attraverso il “motion scaling” riduce la scala fra i movimenti del chirurgo e quelli del robot trasformando grossolani spostamenti in gesti finissimi.

Sono stati commercializzati recentemente nuovi strumenti per il sistema da Vinci Xi fra cui le suturatrici meccaniche robotiche da 45 mm comandate integralmente dal chirurgo operatore alla console dotate della tecnologia Endowrist e quindi anch'esse dotate di 7 gradi di libertà (Fig. 10). Le caratteristiche tecniche delle suturatrici robotiche possono quindi rappresentare un vantaggio nell'utilizzo delle stesse, specie in condizioni difficili come la resezione distale del retto in pelvi che, qualora la sezione venga effettuata dall'assistente, può richiedere più cariche e, spesso, la linea di sutura non risulta perfettamente rettilinea configurando quindi un incremento del rischio di fistole anastomotiche. Questa stapler è inoltre dotata della funzione “Smart Clamp Feedback” la quale riconosce lo spessore del tessuto da sezionare e dà la possibilità di essere usata solo se, con le cariche che percepisce aver montate su di essa, può essere compiuta una sezione sicura e completa.



Figura 10. Sutura meccanica robotica

Inoltre, è stato introdotto Vessel Sealer Extend, strumento completamente articolato, che ottimizza la sigillatura ed il taglio di vasi fino a 7mm di diametro e di strutture tissutali. È uno strumento monouso da 8mm dotato di una superficie levigata con spaziatori ceramici e di una lama di taglio per una performance efficiente in qualsiasi procedura (Fig.11).



Figura 11. Vessel sealer extend

2.CHIRURGIA MININVASIVA COLORETTALE

2.1 LAPAROSCOPIA VS ROBOTICA

La chirurgia mininvasiva si è gradualmente sviluppata negli ultimi quattro decenni e più recentemente la chirurgia robotica ha guidato i progressi di questo settore. L'uso della laparoscopia è iniziato nel campo della ginecologia ed è stato introdotto per la prima volta in chirurgia generale negli anni '80 [8]: la prima appendicectomia laparoscopica è stata eseguita nel 1983 [9] e la prima colecistectomia laparoscopica nel 1987 [10]. Da quel momento, l'uso della laparoscopia ha interessato tutte le sotto specialità chirurgiche, compresa la chirurgia colorettales. Nel 1990 è stata eseguita la prima sigmoidectomia laparoscopica. [11]

Nel corso degli anni i vantaggi della laparoscopia sono diventati evidenti: incisioni più piccole ed estetiche, ridotto rischio di infezioni di ferita e di tromboembolia venosa, diminuzione del dolore e dell'uso di analgesici, degenze ospedaliere più brevi e ritorno alle attività quotidiane più rapido.

Tuttavia, la laparoscopia presenta anche degli svantaggi. Il feedback tattile è limitato e i tremori umani possono proiettarsi sugli strumenti, rendendo difficile la manipolazione di tessuti delicati. Gli strumenti laparoscopici sono limitati a 4° di movimento, mentre il polso umano ha 7° di libertà. La coordinazione mano-occhio è cruciale a causa della perdita di percezione della profondità e l'effetto fulcro, dove il chirurgo deve muovere l'impugnatura dello strumento nella direzione opposta a quella in cui vuole lavorare, può rappresentare una sfida. [12] Visualizzazione e coordinazione possono essere difficili mentre si dirige contemporaneamente una telecamera, lo spostamento di strumenti e la visione di un monitor bidimensionale. A differenza della chirurgia open, il chirurgo non può guardare le sue mani e il campo chirurgico nello stesso tempo. Inoltre, il posizionamento improprio dell'altezza del tavolo, del monitor o dei trocars possono causare per il chirurgo dolore e lesioni alla schiena, alle articolazioni e ai muscoli. [13]

La chirurgia robotica si è evoluta al fine di ridurre al minimo gli svantaggi della laparoscopia. Il sistema da Vinci è formato da una consolle controllata dal chirurgo tramite

la quale è possibile governare a distanza quattro braccia robotiche. La console offre all'operatore una posizione regolabile a suo piacimento così da offrire grande comodità. Rispetto alla laparoscopia tradizionale, il sistema chirurgico da Vinci offre numerosi vantaggi: una visione 3D in alta definizione reale, magnificata fino a 15 volte, che ripristina completamente la "coordinazione occhio-mano"; stabilità dell'immagine, essendo l'ottica manovrata da un braccio meccanico azionato dal chirurgo; movimenti omogenei e privi di tremore, grazie al filtraggio dei movimenti del chirurgo 1300 volte al secondo; uso di strumenti con 7 gradi di libertà. Si tratta di strumenti che, in prossimità dell'estremità distale, hanno un'articolazione simile a quella del polso umano. I movimenti della mano del chirurgo vengono quindi riprodotti fedelmente dall'estremità dello strumento, eliminando del tutto l'effetto fulcro della laparoscopia tradizionale; utilizzo di tre strumenti operativi, potendo decidere di bloccarne uno in una posizione, mentre si opera con gli altri due. [14]

Questi vantaggi possono superare le sfide poste dalla laparoscopia anche per le procedure coloretali.

Le indicazioni per l'uso della robotica nella chirurgia coloretale sono le stesse della laparoscopia. La robotica può essere utilizzata nel trattamento di qualsiasi patologia coloretale, da tumori maligni alle diverticoliti, alle malattie infiammatorie croniche intestinali. [15-17]

Come per la laparoscopia, le controindicazioni relative per il suo utilizzo sono la chirurgia d'urgenza, precedente intervento chirurgico addominale con aderenze estese, malattie cardiovascolari e/o respiratorie che impediscono una tolleranza sicura allo pneumoperitoneo. Oggi l'obesità non è più una controindicazione alla chirurgia mininvasiva, ma anzi una condizione in cui si ha il massimo vantaggio in termini di decorso post-operatorio. [18]

2.2 EMICOLECTOMIA DESTRA ROBOTICA

Nell'emicolectomia destra il paziente può essere posizionato sul tavolo operatorio in posizione supina o litotimica. Per ogni procedura possono essere utilizzati 3 o 4 braccia

robotiche; in quest'ultimo caso il chirurgo operatore può controllare 3 strumenti individuali posizionando uno dei tre bracci e fissandolo in maniera tale da mantenere una retrazione stabile mentre gli altri due eseguono una dissezione precisa dei piani.

La configurazione del posizionamento dei trocars è descritta in Figura 12. A rappresenta il port laparoscopico, per l'assistente.

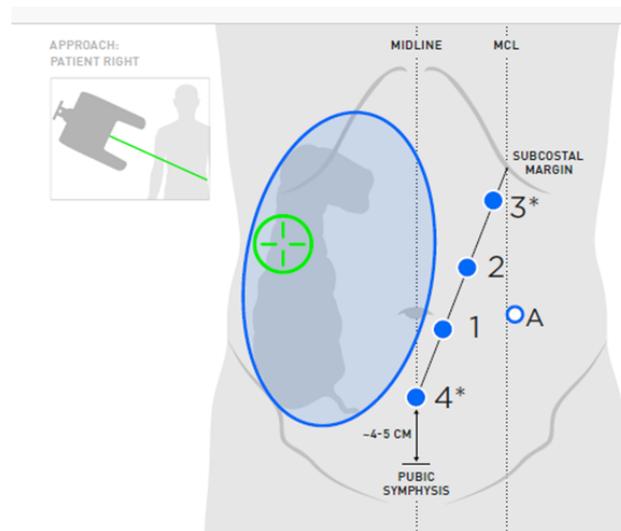


Figura 12. Configurazione emicolecomia destra
www.intuitive.com/en-us/

All'inizio di ogni procedura viene creato lo pneumoperitoneo con ago di Verres o tecnica di Hasson, con inserimento del port per la telecamera. I rimanenti port sono inseriti sotto visione e viene esplorato in laparoscopia l'addome con la tecnica standard della laparoscopia. Il paziente è posizionato in Trendelenburg spinto, ruotato a sinistra di 15°-20° ed il tenue viene spostato nel quadrante superiore sinistro. Il robot viene quindi posizionato alla destra del paziente e montato sui port. È possibile un approccio latero-mediale o medio-laterale per la mobilizzazione del colon destro.

Nel primo caso il cieco viene afferrato e represso medialmente; il peritoneo della doccia parietocolica destra viene inciso lungo la linea di Toldt. Questa manovra apre un piano avascolare retroperitoneale che viene sviluppato latero-medialmente fino alla seconda porzione duodenale. Vanno identificati e preservati l'uretere e i vasi gonadici di destra. La trazione del cieco da parte dell'assistente aiuta la visualizzazione durante la dissezione.

Nel secondo caso il cieco viene afferrato dall'assistente e retratto lateralmente per sottendere il peduncolo ileo-colico. Lo stesso viene scheletrizzato ed isolato e sezionato dall'assistente tramite bisturi ad energia avanzata o l'utilizzo di clips. Viene quindi sviluppato il piano avascolare retroperitoneale fino ad identificare la seconda porzione duodenale medialmente. La dissezione viene proseguita in questo piano medio-lateralmente, fino a mobilizzare il colon destro. Il cieco è quindi retratto medialmente e viene completato lo scollamento della doccia parietocolica destra, incidendo il peritoneo lungo la linea di Toldt, fino a completare la mobilizzazione medio-laterale del colon destro. L'attenzione va quindi rivolta alla flessura epatica. Si può smontare il robot e posizionare il paziente in anti-Trendelenburg, facilitando così le manovre di dissezione, oppure procedere nella stessa posizione della prima fase. Si seziona il legamento gastrocolico fino ad entrare nella retrocavità degli epiploon. La dissezione va quindi proseguita fino alla flessura epatica, per staccare l'omento dal colon trasverso prossimale. Viene quindi sezionato il legamento epatocolico e la flessura è retratta medialmente per dividere le ultime connessioni con il retroperitoneo.

A questo punto si può proseguire l'intervento attraverso un'anastomosi extracorporea o intracorporea.

Nel primo caso si esegue un'incisione mediana sovraombelicale attraverso cui exteriorizzare il colon destro. Vengono quindi sezionati il colon e l'ileo ed eseguita un'anastomosi latero-laterale o termino-laterale, meccanica o manuale. [19]

Nel secondo caso, dopo il completamento della mobilizzazione mediale-laterale, l'ileo terminale e il colon trasverso sono sezionati attraverso con una cucitrice Endo-GIA, laparoscopica o robotica. Viene eseguita un'incisione di Pfannenstiel ricoperta da un protettore di ferita per recuperare il campione. Dopo la chiusura dell'incisione e la reinsufflazione dello pneumoperitoneo, può essere realizzata un'anastomosi ileocolica intracorporea isoperistaltica con Endo-GIA. L'enterotomia viene chiusa per via laparoscopica con una sutura continua a 2 strati con Vicryl. [20]

2.3 EMICOLECTOMIA SINISTRA E RESEZIONE DEL RETTO ROBOTICA

La resezione colica o rettale prevede una precisa dissezione della zona malata ed una mobilizzazione del restante colon sufficiente a permettere un'anastomosi priva di tensione. Ciò espande il campo operatorio a più quadranti addominali. Poiché il robot da Vinci ha un limitato accesso ad altri quadranti una volta impostato, sono state proposte differenti opzioni per l'utilizzo ottimale del robot nelle resezioni del colon sinistro/retto:

- Resezione del colon sinistro/sigma robotica;
- Resezione anteriore del retto robotica- singolo posizionamento del robot;
- Resezione anteriore del retto robotica- diversi posizionamenti del robot;
- Procedura ibrida (mobilizzazione del colon sinistro laparoscopica+dissezione rettale robotica).

Emicolectomia sinistra / Sigmoidectomia

Il primo passaggio consiste in ogni caso, nella creazione dello pneumoperitoneo con Ago di Veress o con tecnica "open". Il posizionamento dei port viene descritto in Figura 13.

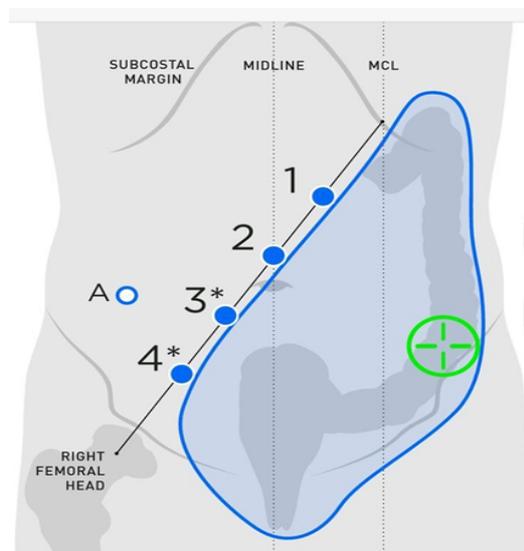


Figura 13. Configurazione emicolectomia sinistra

www.intuitive.com/en-us/

Viene introdotta la telecamera, ispezionata la cavità addominale e posizionati i trocars robotici/laparoscopici per gli strumenti operatori. Il paziente va posizionato in

Trendelemburg spinto e girato sul fianco destro. Il piccolo intestino viene spostato nel quadrante superiore destro e si retrae superiormente l'omento per poter visualizzare meglio il colon. Viene avvicinato il robot al paziente e quindi eseguito il docking. La radice del mesosigma va retratta anteriormente per identificare il peduncolo venoso mesenterico inferiore. Il peritoneo viene quindi inciso sotto questo peduncolo vascolare per entrare nel piano avascolare retroperitoneale. L'uretere sinistro ed i vasi gonadici vanno identificati e retratti posteriormente. Va dissecata l'arteria mesenterica inferiore (AMI) fino alla sua origine, preservando il plesso nervoso simpatico. L'arteria può essere sezionata tra clips o tramite un dissettore ad energia avanzata o con una stapler. Va quindi sviluppato il piano retroperitoneale in direzione medio-laterale, mobilizzando il mesocolon dalla sottostante fascia di Gerota. Il mesocolon sinistro mobilizzato va quindi inciso lungo l'aorta fino a livello della vena mesenterica inferiore; quest'ultima può essere isolata e sezionata allo stesso modo dell'arteria. L'ultimo passaggio della mobilizzazione del colon sinistro e del sigma consiste nella retrazione del colon medialmente e nella sezione della riflessione peritoneale laterale sinistra lungo la linea di Toldt.

La mobilizzazione della flessura splenica richiede che il paziente venga spostato in posizione di anti-Trendelemburg, per dislocare il colon trasverso inferiormente e spostare il piccolo intestino nei quadranti inferiori. La mobilizzazione comincia retraendo l'omento anteriormente per sospendere la metà sinistra del colon trasverso. Viene staccato l'omento dal colon trasverso e tale manovra consente l'accesso alla retrocavità degli epiploon. Vengono lisate, se presenti, le aderenze fra lo strato posteriore del legamento gastrocolico e il mesocolon trasverso. La linea di divisione dell'omento dal colon trasverso va proseguita fino al legamento frenocolico, che va sezionato per connettersi con la linea di sezione parietocolica sinistra. La flessura splenica va retratta medialmente per lisare le rimanenti connessioni. Questo piano si può connettere al piano retroperitoneale precedentemente sviluppato per completare la mobilizzazione.

Resezione del retto

Il posizionamento dei port è lo stesso descritto in figura 13.

Il paziente è in Trendelenburg, con una lieve rotazione sul fianco destro per facilitare la dislocazione del piccolo intestino nel quadrante superiore destro.

È importante fornire una “macroretrazione” a livello della giunzione retto-sigma o attraverso il terzo braccio robotico o con l’aiuto dell’assistente. La dissezione inizia attraverso l’incisione del foglietto destro del mesoretto a livello del promontorio sacrale. Ciò permette di aprire il piano avascolare presacrale: questo piano va sviluppato appena all’esterno della fascia del mesoretto per evitare la lesione del plesso venoso presacrale. Il piano avascolare presacrale è meglio rappresentato nella linea mediana posteriore e quindi è importante mantenere l’orientamento aiutandosi con la posizione del promontorio sacrale. In questo modo la dissezione viene continuata nella linea mediana posteriore fino al pavimento pelvico. Da qui si prosegue sulla curva sinistra del mesoretto. A livello del terzo medio del mesoretto è più grave il rischio di lesione nervosa, specialmente per i piccoli fasci nervosi che scorrono tra il plesso ipogastrico inferiore e la loro inserzione nel blocco prostatico. Il chirurgo sposta il retto verso destra per la dissecazione sinistra e verso sinistra per la dissecazione destra. L’aiuto, con una cannula aspiratrice o una pinza laparoscopica può anche partecipare ad ampliare il campo operatorio. La dissecazione asporta il mesoretto laterale avendo cura di mantenere intatti i rami sessuali dei nervi erettori. Si continua con la dissezione anteriore, aprendo la piega retto- vescicale (o retto-vaginale nelle donne) per identificare la fascia di Denonvillers. La decisione relativa ad eseguire la dissecazione anteriore davanti all’aponeurosi di Denonvillers o posteriormente è presa in relazione alle caratteristiche tumorali (topografia del tumore e risposta dello stesso). Se la dissecazione è anteriore alla fascia si incide il peritoneo 1 cm sopra la riflessione. Se invece si opta per la dissecazione posteriore, si incide il cul-de-sac a livella della sua linea di riflessione vescico-rettale. Al momento della dissecazione, il quarto braccio del robot o lo strumento dell’assistente è posizionato nella piccola pelvi e sposta perfettamente la vescica e le vescicole seminali una volta che queste sono state individualizzate. L’articolazione delle forbici e della pinza monopolare permette di posizionare gli strumenti nell’asse della dissecazione, anche quando il tubo rettale si orizzontalizza nella sua posizione molto bassa. È, dunque, l’opposto rispetto agli strumenti

laparoscopici, che realizzano la dissecazione del tubo rettale a 90° a livello del terzo inferiore del retto.

La sezione del retto distale può essere eseguita utilizzando una stapler laparoscopica da 60mm attraverso il trocar da 12 mm dell'assistente, o robotica. Questa viene articolata spingendola verso la parete ossea, in modo perpendicolare rispetto al retto. Con il robot, è il chirurgo alla consolle che conduce il tubo rettale nelle ganasce della pinza e quindi facilita una cucitura che può essere fatta con una giusta trazione sul bordo superiore dell'elevatore dell'ano. Nella maggior parte dei casi, è necessario utilizzare due cariche, per una sezione completa del retto inferiore. L'alternativa a questa suturatrice è l'utilizzo di una suturatrice curva tipo "Contour". In queste condizioni, si effettua un'incisione sovrapubica trasversale di 6-8 cm protetta da un divaricatore autostatico. La pinza viene, quindi, introdotta contro la parete laterale destra della piccola pelvi, poi, una volta che il retto è attirato verso l'alto, un movimento di rotazione anteriore e laterale sinistro permette alle due ganasce della pinza di circondare il basso retto.

Una volta che la cucitura rettale è terminata, il pezzo operatorio viene esteriorizzato tramite un'incisione sovrapubica di Pfannenstiel: si seziona il colon a livello della giunzione tra il colon sinistro e il sigma e si confeziona una borsa da tabacco per l'inserimento di una testina della suturatrice circolare da 29 mm. Il colon preparato viene, quindi, reintrodotta con la testa della suturatrice in addome, mentre l'orifizio sovrapubico è chiuso ermeticamente dal mascheramento del divaricatore. Si ricollega il robot e viene eseguita un'anastomosi coloretale secondo Knight-Griffen. L'aiuto posiziona la pinza a livello dello strato di clip, in modo da centrare il punto d'uscita della punta della circolare. Il contatto tra la suturatrice e la testa è sotto assistenza robotica, come il controllo del corretto posizionamento del moncone colico sul moncone rettale. Il robot è "deormeggiato" dopo aver controllato il buon posizionamento colico e il corretto posizionamento delle anse del tenue. [21]

3.CHIRURGIA ROBOTICA COLORETTALE. ESPERIENZA DEL DIPARTIMENTO “VALDONI”

3.1 INTRODUZIONE

La chirurgia robotica si è evoluta al fine di ridurre al minimo gli svantaggi della laparoscopia, attraverso una visione 3D in alta definizione reale, stabilità dell'immagine, movimenti omogenei e privi di tremore. Questi vantaggi possono superare le sfide poste dalla laparoscopia anche in chirurgia generale per le procedure coloretali.

Un intervento chirurgico robotico è stato eseguito per la prima volta presso il nostro istituto il 3 ottobre 2019, ed il primo intervento di chirurgia robotica coloretale è stato condotto il 6 novembre 2019 dallo stesso operatore. Da fine 2020 la chirurgia robotica ha avuto come I operatore il Prof. Enrico Fiori per tutti gli interventi. Scopo dello studio è presentare la casistica dell'esperienza iniziale in chirurgia robotica coloretale del Dipartimento di chirurgia generale “Pietro Valdoni” del Policlinico Umberto I di Roma.

3.2 PAZIENTI E METODI

Il presente studio è una revisione retrospettiva dei dati raccolti in modo prospettico dei pazienti sottoposti a chirurgia robotica del colon-retto nel periodo 2019-2022. È uno studio monocentrico: i pazienti sono stati sottoposti ad intervento chirurgico presso il Policlinico Umberto I di Roma, Università La Sapienza.

A tutti i pazienti è stato fornito un consenso informato e lo studio è stato approvato dal board editoriale del Dipartimento di Chirurgia "P. Valdoni".

Da ottobre 2019 a settembre 2022 presso il Dipartimento di chirurgia generale "P. Valdoni" sono stati reclutati un totale di 57 pazienti affetti da patologia coloretale.

È stato utilizzato il Sistema da Vinci X IS4200, di quarta generazione, per condurre tutte le procedure robotiche.

Per i primi 22 interventi chirurgici, il Primo operatore è stato diverso rispetto alle procedure successive; pertanto, tali casi sono stati esclusi dal presente studio per garantire un'omogeneità dei risultati. Le restanti 35 procedure sono state condotte tutte dallo stesso Operatore, il Prof. Enrico Fiori, e l'equipe chirurgica composta dal gruppo del Dipartimento "Valdoni" è sempre stata la stessa.

Sono stati inclusi nello studio pazienti che presentavano sia patologia benigna che tumorale del colon e del retto.

Sono stati incluse: la malattia diverticolare complicata, polipi non resecabili endoscopicamente, adenocarcinomi del colon allo stadio iniziale e localmente avanzato e tumori del retto selezionando, in questo caso, solo pazienti ad uno stadio iniziale di malattia (stadio I).

Sono stati esclusi dallo studio i pazienti con una storia personale caratterizzata da multipli interventi di chirurgia addominale, pazienti ASA IV o con un BMI ≥ 35 , interventi chirurgici eseguiti in urgenza. Sono stati esclusi inoltre i pazienti affetti da cancro del retto sottoposti a chemio-radioterapia neo-adiuvante o che presentavano un carcinoma del retto ultrabasso (margine distale del tumore a meno di 4 cm dal margine anale).

È stato creato un database elettronico (Microsoft Excel) all'interno del quale sono stati considerati una serie di parametri. I dati demografici, patologici, i risultati perioperatori e postoperatori sono stati registrati prospetticamente nel nostro database dipartimentale e successivamente analizzati.

I dati demografici includono età, sesso, comorbilità, American Society of Anesthesiologists score (ASA) [22], Body Mass Index (BMI) [23]; i dati clinici preoperatori racchiudono l'indicazione chirurgica e per la patologia oncologica, lo stadio di malattia e la localizzazione del tumore inteso come distanza dal margine anale.

I dati intraoperatori comprendono il tempo operatorio complessivo, il tempo operatorio di preparazione all'intervento ed il tempo operatorio effettivo, eventuali complicanze e conversione ad intervento chirurgico tradizionale. Il tempo operatorio complessivo include il tempo operatorio di preparazione (dall'induzione dell'anestesia al completamento del docking) e il tempo operatorio effettivo (dall'inizio delle manovre chirurgiche alla sutura cutanea). Quest'ultimo è a sua volta suddiviso in Operative Time (tempo robotico demolitivo) e Assisted Time (tempo anastomotico). Le complicanze intraoperatorie includono eventuali lesioni ad organi limitrofi, emorragie intraoperatorie. I dati postoperatori includono: il tempo di canalizzazione ai gas, la durata della degenza ospedaliera, l'esito istopatologico, le complicanze postoperatorie e la mortalità. Le complicanze postoperatorie sono state raccolte in modo prospettico, secondo la classificazione di Clavien – Dindo, entro 30 giorni dall'intervento. [24]

Ogni campione asportato è stato inviato ad esame istopatologico e per i casi oncologici la loro valutazione ha incluso il numero di linfonodi prelevati e la completezza della resezione (coinvolgimento del margine prossimale e distale e positività del margine di resezione circonferenziale per i tumori del retto).

Tecnica chirurgica

L'approccio chirurgico alla resezione del colon destro robotico prevede il posizionamento supino dei pazienti sul lettino operatorio, con braccio sinistro abdotto, braccio destro e gambe unite. I trocar robotici sono posizionati verticalmente sull'emiaddome sinistro. Il

primo trocar ottico da 8 mm, utilizzato per la telecamera, viene introdotto a circa 2 cm dall'ombelico sulla linea trasversa ombelicale a sinistra; un secondo trocar da 8 mm viene posizionato 8 cm inferiormente al primo, un terzo trocar da 12 mm viene posizionato 8 cm superiormente al primo. I trocars di servizio laparoscopici (uno da 10 mm ed uno da 5mm) sono posizionati posteriormente rispetto ai trocars robotici ed inseriti nel punto di mezzo tra il primo ed il secondo trocar robotico e tra il primo ed il terzo, avendo cura di evitare conflitti con le braccia robotiche e garantendo una corretta triangolazione nel campo operatorio. Il carrello robotico e il carrello vision sono posizionati sul lato destro del paziente; viene quindi eseguito il docking dall'assistente e l'intervento ha inizio. La dissezione ha inizio dalla preparazione vascolare: al fine di mettere in evidenza il peduncolo ileocolico si solleva la giunzione ileo-cecale e la si mette in tensione con una trazione verso l'alto e verso destra. Attraverso il peritoneo del mesentere apparirà la salienza costituita dai vasi ileocolici. Una volta identificato questo repere anatomico, la dissezione per via smussa sotto le strutture vascolari nello spazio compreso tra la fascia di Toldt e di Gerota, permette la mobilizzazione del colon fino a raggiungere lateralmente la doccia parietocolica. Durante la dissezione, si esporrà cranialmente il duodeno mentre l'uretere ed i vasi gonadici non vengono identificati di routine. Una volta che il colon è mobilizzato, leghiamo il peduncolo ileocolico con Hem-o-lok introdotte attraverso la porta laparoscopica più grande. Allo stesso modo si procede a legare i vasi colici destri, se presenti, ed il ramo destro dei vasi colici medi. L'ultima ansa ileale viene sezionata con suturatrice meccanica robotica. Il colon viene quindi esteriorizzato attraverso un'incisione sulla linea mediana sopraombelicale di 5 cm per il confezionamento di un'anastomosi extracorporea termino-laterale.

Per le lesioni del colon discendente-sigma-retto viene adottata una tecnica totalmente robotica con singolo posizionamento del robot. I pazienti sono posti sul lettino operatorio in decubito supino, con entrambe le braccia addotte e le gambe divaricate, sui cosciali. I trocars robotici sono posizionati obliquamente (in base all'altezza della lesione) sull'emiaddome sinistro. Il primo da 8 mm per la telecamera è posto sulla linea ombelicale trasversa circa 3 cm a sinistra dell'ombelico; gli altri due trocars, da 8 e 12 cm, sono a circa

8 cm dal trocar ottico e sono inseriti, rispettivamente, uno sulla linea mediana sotto l'arcata costale e l'altro in fossa iliaca destra. I trocars di servizio laparoscopici, da 10 mm e da 5mm, sono posizionati posteriormente rispetto ai trocars robotici ed inseriti nel punto di mezzo tra il primo ed il secondo trocar robotico e tra il primo ed il terzo. Si ha sempre cura di evitare conflitti con le braccia robotiche di garantire una corretta triangolazione nel campo operatorio. Il carrello robotico e il carrello vision sono posizionati sul lato sinistro del paziente. Il paziente viene posto in Trendelenburg e il lettino operatorio viene ruotato di circa 20° a destra. Dopo aver agganciato il sistema robotico, inizia l'intervento. La mobilizzazione del colon sinistro, del sigma e del retto è ottenuta mediante forbici elettrificate. Il mesocolon sinistro è messo in tensione, con il supporto dell'aiuto; si incide il peritoneo che ricopre i vasi mesenterici inferiori e si ricerca lo spazio compreso fra le fasce di Toldt e di Gerota, cranialmente e distalmente. Viene identificato l'uretere e preservato. Dopo dissezione dei linfonodi alla radice, anche con l'ausilio del Vessel sealer, l'arteria mesenterica inferiore è sezionata all'origine (per i tumori del discendente) o dopo l'origine dell'arteria colica sinistra (per le neoformazioni del sigma/retto), avendo cura di preservare il plesso nervoso ipogastrico superiore. Per i tumori del retto medio e basso viene praticata una dissezione pelvica con TME precedentemente descritta, mentre per le neoformazioni del discendente viene liberata la flessura splenica. La sezione del colon distale avviene attraverso suturatrice meccanica robotica. Un'anastomosi extracorporea Terminale-Terminale secondo Knight-Griffen, utilizzata nei primi casi della nostra esperienza, è eseguita attraverso un'incisione di Pfannenstiel, che viene utilizzata come sito di estrazione. Invece nei casi di approccio totalmente robotico viene eseguita un'anastomosi intracorporea terminale-terminale per via tran-ale dopo aver estratto il colon resecato dal Pfannenstiel; il sito di incisione viene chiuso attraverso un tappo in dotazione con il sistema di protezione di ferita (Alexis). In pazienti con carcinoma del retto basso è stata eseguita un'ileostomia su bacchetta.

3.3 RISULTATI

Il nostro database include 35 pazienti, di cui 14 maschi e 21 femmine. Nella Tabella 1 sono riportate le caratteristiche demografiche e cliniche della popolazione.

Le procedure robotiche si dividono in 16 emicolectomie destre, 8 emicolectomie sinistre e 11 resezioni anteriori del retto. Il 25,7% dei pazienti aveva subito almeno 1 pregresso intervento chirurgico addominale. L'età media è stata di 70 anni (range: 52-90) e il BMI medio è stato di 24 (Intervallo: 19-34).

Venti pazienti presentavano un ASA score pari a 2. Le indicazioni chirurgiche erano il cancro del colon o del retto in 29 pazienti (82,8%) rispettivamente 10 del retto e 19 del colon. Due pazienti erano affetti da un adenoma non resecabile endoscopicamente del colon mentre un paziente presentava un polipo non asportabile del retto (8,6%). Tre pazienti sono stati sottoposti ad emicolectomia sinistra per malattia diverticolare complicata (8,6%).

VARIABILE	VALORE
Età (anni)	70 (52-90)
Sesso (F/M)	21/14
BMI (kg/m ²)	24 (19-34)
ASA	
-1	11 (31,4%)
-2	20 (57,1%)
-3	4 (11,5%)
Pregressi interventi chirurgici (appendicectomia, annessiectomia (vls/open, colecistectomia VLS)	9 (25,7%)
Indicazione chirurgica:	
- adenoma	3 (8,6%)
- adenocarcinoma	29 (82,8%)
- M. diverticolare complicata	3 (8,6%)

Tabella1 Caratteristiche dei pazienti.

I risultati intraoperatori e postoperatori sono riassunti nelle tabelle 2 e 3.

Il tempo operatorio complessivo medio è stato di 259 minuti (intervallo: 180-390 min) e il tempo di preparazione (docking) è stato di 25 minuti (intervallo: 10-35 min). Il tempo operatorio effettivo è stato rispettivamente di 159, 206 e 199 min rispettivamente per le resezioni coliche destre, sinistre e del retto. L'assisted time ha avuto un tempo medio di 45 minuti.

Non si sono registrate complicanze intraoperatorie e perdite ematiche significative (< 300 ml per procedura). Si sono registrate 2 conversioni "preventive", portando ad un tasso di conversione del 5,7%, (due di 35). Queste si sono verificate ad inizio intervento di emicolectomia destra e sinistra, rispettivamente, per le numerose aderenze visceroviscerali e visceroparietali che non permettevano il corretto posizionamento dei trocar in sicurezza. Tre pazienti affetti da neoplasia del retto medio-bassa hanno visto a fine procedura la creazione di un'ileostomia su bacchetta.

La degenza ha avuto una media complessiva di 7 giorni, più breve nei casi di emicolectomia destra. La canalizzazione ai gas si è avuta in media in seconda giornata post-operatoria con i risultati migliori, anche in questo caso, raggiunti nelle resezioni coliche destre. La rialimentazione ai liquidi si è attestata tra la II e la III giornata postoperatoria.

Il decorso postoperatorio è stato regolare per 29 (87,9%) pazienti, mentre 4 di loro (12,1%) hanno avuto una o più complicanze postoperatorie secondo la Classificazione di Clavien-Dindo. La complicanza maggiore si è verificata in un paziente con adenocarcinoma del retto trattato con resezione anteriore del retto che ha presentato una deiscenza anastomotica in quinta giornata post-operatoria e che ha richiesto un secondo intervento chirurgico con il confezionamento di colostomia. Un paziente sottoposto ad emicolectomia destra, il più anziano trattato con l'approccio robotico (90 anni), ha riportato una polmonite sviluppata in settima giornata postoperatoria risoltasi con terapia medica. Due pazienti hanno infine riportato una raccolta ematica associata ad infezione di ferita chirurgica di Pfannestiel, trattata con medicazioni ambulatoriali. Il tasso di mortalità a 30 giorni dall'intervento si è attestato allo 0%. Non sono state registrate complicanze perioperatorie correlate al dispositivo robotico.

	Emicolectomia destra	Emicolectomia sinistra	Resezione anteriore del retto
Tempo operatorio complessivo (minuti)	223 (180-320)	277 (220-390)	280 (250-345)
Tempo di preparazione (docking) (minuti)	26 (15-30)	25(10-30)	26(15-35)
Tempo operatorio effettivo (min)	159 (135-180)	206 (185-235)	199 (190-255)
Assisted time	38 (30-55)	46 (40-70)	52 (45-75)
Perdite ematiche (≥ 200ml)	100(100-200)	120(100-300)	150(100-300)
Conversione	1	1	0

Tabella 2 Risultati peri-operatori.

	Emicolectomia destra	Emicolectomia sinistra	Resezione anteriore del retto
Canalizzazione (giorni)	2,2 (2-4)	2,7 (2-5)	2,4 (2-5)
Complicanze			
I	0	1	1
II	1	0	0
III	0	0	1
IV	0	0	0
Rialimentazione (giorni media)	2,8	3,5	3,6
Degenza (giorni)	7,1 (6-10)	7,5 (6-11)	9,3 (7-11)
Ileostomia	-	-	3
Reintervento	0	0	1
Mortalità (a 30 giorni)	0	0	0

Tabella 3 Risultati post-operatori.

Tutti i pazienti trattati per neoplasia intestinale con l'approccio robotico (17 adenocarcinoma del colon e 10 del retto) hanno ricevuto un'adeguata radicalità oncologica: tutti hanno avuto una resezione R0 con margini liberi da malattia e la linfadenectomia si è dimostrata adeguata, con una media di 16 linfonodi rimossi per il colon e una media di 14 per il retto (Tabella 5). Dalla tabella sono stati esclusi i due pazienti con cancro del colon destro e

sinistro, rispettivamente, convertiti a chirurgia aperta. La media più alta di linfonodi asportati si è raggiunta nell'emicolectomia di destra con una media di 17 linfonodi; è difatti proprio in un'emicolectomia di destra che c'è stato il più alto numero di linfonodi asportati, ovvero 47. In 10 casi sono stati riscontrati linfonodi metastatici.

Localizzazione tumore	N° totale	p T1N0	pT2N0	pT2N+	pT3N0	pT3N+	pT4	Linfonodi n°	R0 (%)
Colon destro	13	1	4	4	1	2	1	17 (12-47)	100
Colon sinistro	4	-	-	1	-	1	2	14 (12-23)	100
Retto	10	3	5	2	-	-	-	14 (10-27)	100

Tabella 4 Risultati oncologici dei pazienti sottoposti a resezione per cancro.

3.4 DISCUSSIONE

L'approccio minimamente invasivo nella malattia coloretale, si è dimostrato sicuro e fattibile [25]. I vantaggi di questo approccio chirurgico sono stati riconosciuti, sin dalla sua prima applicazione, nella diminuzione del dolore post-operatorio con un recupero rapido da parte del paziente, nella riduzione delle complicanze perioperatorie quali ileo paralitico e malattie respiratorie come polmonite, nel basso tasso d'incidenza di ernie incisionali e nei migliori risultati estetici [26,27]. Ciò è stato confermato nei nostri pazienti con un tasso di mortalità nulla, e di morbilità postoperatoria trascurabile.

Studi recenti dimostrano che anche gli esiti oncologici a breve termine sono adeguati rispetto alla tecnica aperta [28]. Nella nostra esperienza iniziale è stato dimostrato un risultato oncologico in linea con le indicazioni di radicalità: R0 e linfadenectomia adeguata sin dalla prima procedura.

Lo sviluppo tecnologico raggiunto negli ultimi anni ha aggiunto nuovi strumenti che aiutano il chirurgo durante la procedura chirurgica coloretale. I vantaggi della tecnologia robotica sono identificati fondamentalmente nella stabilità della telecamera, nella visione tridimensionale, nell'ergonomia della strumentazione, nell'eliminazione dei tremori e nell'incremento dei gradi di libertà degli strumenti con la conseguente possibilità di effettuare movimenti fini e precisi, che riescono a superare eventuali limiti che l'approccio laparoscopico può presentare come una visione bidimensionale, strumenti molto lunghi e rigidi e una scarsa ergonomia per l'equipe operatoria. [29]

Una recente metanalisi ha posto a confronto la tecnica laparoscopica e quella robotica, per il trattamento dei tumori coloretali, in termini di risultati intraoperatori, postoperatori e complicanze. Nei due gruppi (129 pazienti del gruppo robotico e 6749 pazienti del gruppo laparoscopico), non sono state registrate differenze statisticamente significative in termini di perdite ematiche intraoperatorie, complicanze, perdite anastomotiche, mortalità e durata della degenza ospedaliera. Sono stati evidenziati, invece, tempi operatori più brevi per quanto riguarda il gruppo laparoscopico. [30]

Xiao-Long Zhu et al. hanno evidenziato come, anche se presente, la maggiore durata dei tempi operatori robotici non è statisticamente significativa; tempi operatori più lunghi per la chirurgia robotica coloretale possono essere influenzati dal periodo della curva di apprendimento, trascurato dai lavori precedenti. [31]

In particolare, secondo una revisione sistematica del 2015 i tempi operatori possono migliorare notevolmente e dopo 41 casi essere più brevi dei tempi operatori laparoscopici. [32]. Nel 2021 una metanalisi ha dimostrato come il chirurgo che ha un'esperienza analoga in chirurgia robotica e laparoscopica esegue un intervento robotico in tempi più brevi rispetto a quello laparoscopico, con risultati migliori nelle procedure complesse. [33]

Nonostante sembri intuitiva, la procedura robotica richiede l'acquisizione di alcuni concetti di base per ottenere risultati di successo. Sebbene la configurazione della sala operatoria, il posizionamento dei trocar e il posizionamento del paziente sembrano leggermente simili all'approccio laparoscopico, rappresentano un punto chiave importante per gli interventi robotici e potrebbero essere influenzati da errori che richiedono tempo per la loro risoluzione. [34] Tuttavia, la curva d'apprendimento della chirurgia robotica coloretale ha dimostrato una riduzione del numero di casi per il suo completamento se paragonata a quella della chirurgia laparoscopica. Ahlering ha sottolineato la possibilità di eseguire una procedura minimamente invasiva sicura con la piattaforma robotica anche per un chirurgo laparoscopico inesperto dopo soli 12 casi.[35]

Nella nostra casistica i tempi operatori complessivi si sono dimostrati più lunghi (tempi operatori medi di 223, 277 e 280 minuti rispettivamente per l'emicolectomia destra, l'emicolectomia sinistra e la resezione anteriore del retto) se paragonati alle stesse procedure laparoscopiche presenti in letteratura. [36,37] Ciò è stato dovuto soprattutto al fatto che nella nostra casistica il chirurgo operatore è alla fase iniziale della propria esperienza in chirurgia robotica coloretale.

Tuttavia, analizzando nel dettaglio i nostri tempi operatori questi si possono registrare i primi miglioramenti. In particolare, il tempo di docking si è attestato ad una media di circa 25 minuti per procedura, con il tempo migliore di 10 minuti. All'inizio dell'esperienza robotica, nel primo anno di esperienza (2019-2020) la stessa Equipe, in cui il ruolo chiave in

questa fase è svolto dall' assistente al tavolo, eseguiva il docking con una media di circa 39 minuti, attestandosi sotto i 30 minuti dopo i primi 13 casi (Figura 14 e 15).

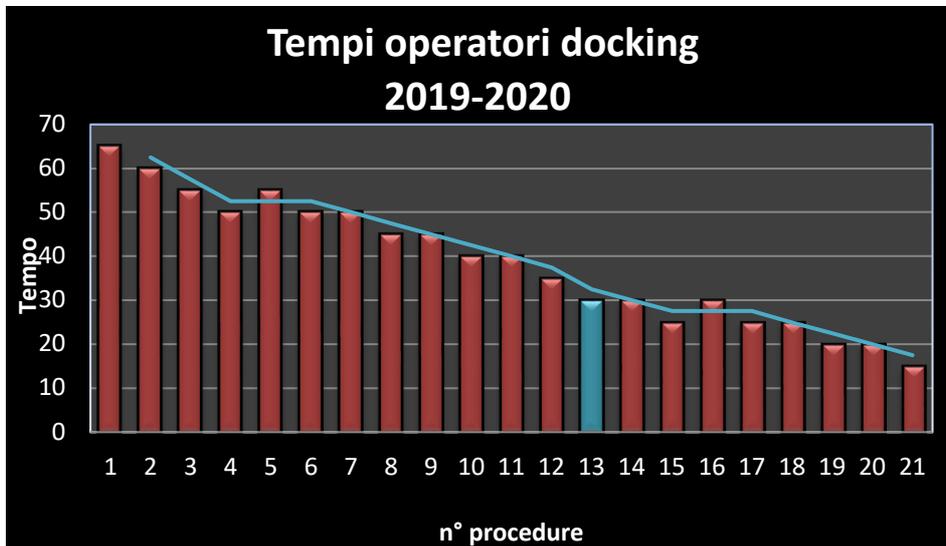


Figura 14. Tempi operatori di docking (2019-2020)

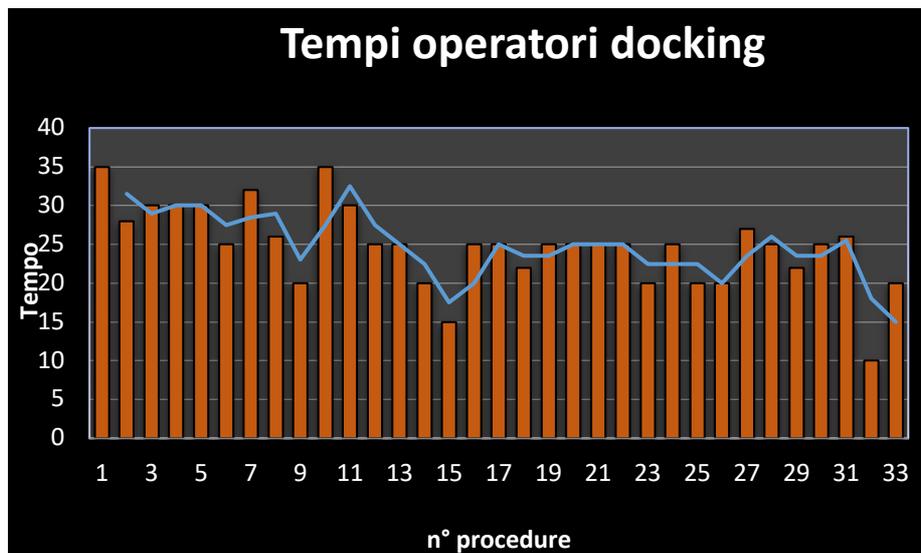


Figura 15. Tempi operatori di docking (2020-2022)

Questi dati fanno ben sperare per il futuro, con un'ulteriore riduzione del primo tempo robotico. Non è stato possibile eseguire invece, la stessa analisi per il tempo operatorio effettivo dato il numero esiguo di campione per singola procedura: 15, 7, 11 (emicolectomia destra, sinistra e robotica rispettivamente).

Ad oggi il nostro numero di procedure è limitato per poter fornire dati certi sul tempo operatorio totale nella fase di consolidamento e nella fase da specialista, ma analizzando il periodo di apprendimento iniziale sembra che i tempi chirurgici potrebbero raggiungere i quelli di un intervento chirurgico coloretale condotto per via laparoscopica.

Ciò potrebbe assumere più consistenza se, nel caso delle emicolectomie destre, venisse eseguita un'anastomosi intracorporea. Al contrario invece i tempi operatori delle procedure di colectomia sinistra sono determinati "solo" da una riduzione del tempo di docking e dell'"esperienza" del chirurgo operatore in quanto sia per la procedura laparoscopica che robotica viene eseguita già un'anastomosi intracorporea.

Per tutte le procedure di emicolectomia destra è stata eseguita un'anastomosi extracorporea, con mini-incisione laparotomica di circa 5 cm xifo-sovraombelicale. Una recente metanalisi condotta su 2026 pazienti ha analizzato come nelle rezesioni coliche destre l'anastomosi che garantisce un risultato migliore in termini di riduzione di sanguinamento e/o eventuale leak è l'anastomosi isoperistaltica latero-laterale eseguita con suturatrice robotica.[38]

Questo studio, tuttavia, come gran degli studi presenti in letteratura è di tipo retrospettivo, fornendo prove di bassa qualità e limitando le conclusioni. [39]

Nella nostra esperienza, tuttavia, l'anastomosi intracorporea per le neoplasie destre non è stata ancora realizzata poiché abbiamo deciso di completare la curva d'apprendimento sulle due fasi che precedono il tempo ricostruttivo prima di approcciarci a questa ultima fase. Tale scelta ha reso possibile garantire un basso tasso di complicanze peri- e post-operatorie (12%), permettendo comunque una rapida ripresa funzionale, con tempi di canalizzazione veloci.

Inoltre, oggi, la chirurgia robotica è inficiata dai costi operatori che, in termini di spesa complessiva, sono statisticamente significativi a svantaggio di quest'ultima e tale differenza viene attribuita proprio anche all'esecuzione di anastomosi intracorporea. [40,41] Tuttavia, recenti lavori hanno riportato per la prima volta in letteratura un'analisi costi-efficacia: l'intervento robotico si è mostrato avere costi pari alla procedura robotica [42]. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che la durata di degenza ospedaliera risulta ridursi per la

rapida ripresa funzionale del paziente, come si può evincere anche dalla nostra casistica, con il tempo di canalizzazione attestato alla seconda giornata postoperatoria.

Nella chirurgia coloretta, il maggior apporto della tecnologia robotica non si è avuto tanto nel campo della chirurgia colica, dato che il campo operatorio laparoscopico è molto ampio, quanto in quello della chirurgia del retto per cui manipolare i tessuti in un campo operatorio molto ristretto quale la pelvi risulta spesso impegnativo con gli strumenti laparoscopici. [43]

Nella chirurgia rettale, la lesione nervosa intra-operatoria rappresenta la ragione principale di disfunzione urinaria e sessuale. Le motivazioni essenziali dell'elevata incidenza di tali complicanze si devono ad una scarsa conoscenza dei landmarks anatomici ed alla contestuale complessa identificazione dei plessi nervosi autonomici. Nel contesto operatorio quindi, al fine di preservare la funzionalità urinaria, sessuale e defecatoria, è cruciale identificare le strutture nervose pelviche (nervi ipogastrici, plessi ipogastrici inferiori, fasci neuro-vascolari); un'adeguata visione, la realizzazione di movimenti di trazione e contro-trazione sono elementi fondamentali per raggiungere tale obiettivo e contestualmente guadagnare un'ottima prognosi funzionale nei pazienti trattati. Per quanto concerne la prognosi funzionale dei pazienti sottoposti a chirurgia mininvasiva per cancro del retto, la chirurgia laparoscopica rettale è associata ad un tasso di disfunzioni genito-urinarie simili [44] e maggiori [45] se paragonata alla chirurgia open. Il motivo potrebbe essere ascritto alle complessità tecniche di questo tipo di intervento chirurgico, all'instabilità della visione bidimensionale del campo operatorio nonché alla scarsa ergonomia degli strumenti laparoscopici che rendono ancora più difficoltosi i gesti chirurgici di elevata difficoltà determinando inoltre un più alto grado di affaticamento del chirurgo. In questo scenario, la chirurgia robotica si propone come metodica in grado di ridurre i succitati limiti della laparoscopia. In particolare, una recente Review ha mostrato come la resezione anteriore del retto robotica è caratterizzata da una migliore qualità di vita, ritenzione e funzionalità urinaria mentre non sembrano esserci differenze per quanto riguarda la funzionalità sessuale se paragonata alla procedura laparoscopica. [46] È nostro obiettivo futuro indagare tali funzioni nel post-operatorio a medio-lungo termine, che al momento non è stato possibile realizzare per l'esiguo numero di casi.

Infine, va sottolineato che gli approcci robotizzati possono avere utilità nei pazienti con obesità a differenza dell'approccio laparoscopico che pone un limite. Una recente analisi della propensione abbinata del database ACS NSQIP (2012–2014) ha confrontato i pazienti sottoposti a chirurgia robotica rispetto a quella laparoscopica del colon e del retto. Quando sono stati confrontati pazienti con un indice di massa corporea (BMI) di 30 kg / m² o superiore, il tasso di ileo prolungato è diminuito nei pazienti sottoposti a colectomia robotica [47]. Ciò si è dimostrato vero anche per i nostri pazienti che abbiamo reclutato.

I limiti del nostro studio sono dovuti ad una scarsa rappresentanza del campione in esame e dal fatto che, essendo all'inizio dell'esperienza robotica, non è stato possibile completare la curva d'apprendimento.

3.5 CONCLUSIONI

La chirurgia mininvasiva colo-rettale si è gradualmente sviluppata a partire dagli anni 90 e più recentemente la chirurgia robotica ha guidato i progressi di questo settore. La nostra iniziale esperienza ha dimostrato che la chirurgia robotica del colon-retto è una tecnica sicura e tecnicamente fattibile.

La maggiore efficacia della chirurgia robotica può essere motivata da una migliore accuratezza nella dissezione anatomica, la quale è sostenuta dai vantaggi del sistema robotico come la visione esaltata e la trazione delicata ed efficace con strumenti ergonomici. I pazienti oncologici arruolati allo studio hanno beneficiato di una radicalità oncologica e tutti i pazienti hanno beneficiato di una rapida ripresa funzionale, con una riduzione della degenza ospedaliera e di conseguenza della spesa sanitaria.

Con l'aumentare dell'esperienza da parte dell'equipe chirurgica, si è verificata una riduzione dei tempi operatori complessivi, che attualmente è in corso di ulteriore miglioramento.

Tale studio è stato condotto su un numero ridotto di pazienti, il che limita le nostre osservazioni. In futuro si rende quindi necessario continuare l'arruolamento dei pazienti da sottoporre a chirurgia robotica coloretale per terminare la curva d'apprendimento e ottenere così prove a vantaggio di questa tecnica ed approfondire meglio gli eventuali limiti.

4.BIBLIOGRAFIA

1. Bann S, Khan M, Hernandez J. Robotics in surgery. *Am Coll Surg* 2003; 5:784–795.
2. Ballantyne GH. Robotic surgery, telerobotic surgery, telepresence, and telementoring. Review of early clinical results. *Surg Endosc* 2002; 16:1389–1402.
3. Herron DM, Marohn M. A consensus document on robotic surgery. *Surg Endosc*. 2008;22:313–325.
4. Hockstein NG, Gourin CG, Faust RA et al. A history of robots: from science fiction to surgical robotics. *J Robotic Surg*. 2007;1:113–118.
5. Kwoh YS, Hou J, Jonckheere EA et al. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1988; 35:153–160
6. Morrell ALG, Morrell-Junior AC, Morrell AG, Mendes JMF, Tustumi F, DE-Oliveira-E-Silva LG, Morrell A. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. *Rev Col Bras Cir*. 2021 Jan 13;48:e20202798. English, Portuguese.
7. Weber P, Merola S, Wasielewski A, Ballantyne G. Telerobotic-assisted laparoscopic right and sigmoid colectomies for benign disease. *Dis Colon Rectum* 2002; 45:1689–96.
8. Reich H, De Caprio J, McGlynn F. Laparoscopic hysterectomy. *J Gynecol Surg* 1989; 5:213 doi:10.1089/gyn.1989.5.213.
9. Semm K. Endoscopic appendectomy. *Endoscopy* 1983; 15:59-64. doi:10.1055/s-2007-1021466 pmid:6221925.
10. Blum CA, Adams DB. Who did the first laparoscopic cholecystectomy? *J Minim Access Surg* 2011;7:165-8. doi:10.4103/0972-9941.83506 pmid:22022097.
11. Fowler DL, White SA. Laparoscopy-assisted sigmoid resection. *Surg Laparosc Endosc* 1991; 1:183-8. pmid:1669400.
12. Gallagher AG, McClure N, McGuigan J, Ritchie K, Sheehy NP. An ergonomic analysis of the fulcrum effect in the acquisition of endoscopic skills. *Endoscopy* 1998; 30:617-20. doi:10.1055/s-2007-1001366 pmid:9826140

13. Supe AN, Kulkarni GV, Supe PA. Ergonomics in laparoscopic surgery. *J Minim Access Surg* 2010;6:31-6. doi:10.4103/0972-9941.65161 pmid:20814508.
14. Elhage O, Challacombe B, Shortland A, Dasgupta P. An assessment of the physical impact of complex surgical tasks on surgeon errors and discomfort: a comparison between robot-assisted, laparoscopic, and open approaches. *BJU Int* 2015; 115:274-81. doi:10.1111/bju.12680 pmid:25756137
15. Ragupathi M, Ramos-Valadez DI, Patel CB, Haas EM. Robotic-assisted laparoscopic surgery for recurrent diverticulitis: experience in consecutive cases and a review of the literature. *Surg Endosc* 2011;25: 199-206. doi:10.1007/s00464-010-1159-y pmid:20567850.
16. Haahr C, Jakobsen HL, Gögenur I. Robot-assisted rectopexy is a safe and feasible option for treatment of rectal prolapse. *Dan Med J* 2014;61: A48 42. pmid:24814744.
17. Miller AT, Berian JR, Rubin M, Hurst RD, Fichera A, Umanskiy K. Robotic-assisted proctectomy for inflammatory bowel disease: a case-matched comparison of laparoscopic and robotic technique. *J Gastrointest Surg* 2012; 16:587-94. doi:10.1007/s11605-011-1692-6 pmid:21964583.
18. Stefanidis D, Richardson WS, Chang L, Earle DB, Fanelli RD. The role of diagnostic laparoscopy for acute abdominal conditions: an evidence-based review. *Surg Endosc* 2009; 23:16-23. doi:10.1007/s00464-008-0103-x pmid:18814014.
19. Fisher J. E. *Chirurgia del colon e del retto: operazioni addominali. Master Techniques in General surgery* pag. 41-49
20. Hellan M, Anderson C, Pigazzi A. Extracorporeal Versus Intracorporeal Anastomosis for Laparoscopic Right Hemicolectomy. *JLS*. 2009 Jul-Sep; 13(3): 312–317.
21. Fisher JE, Wexner SD, Fleshman JW. *Chirurgia del colon e del retto: operazioni addominali. Master Techniques in General Surgery*. Ed. 2015
22. Saklad M. Grading of patients for surgical procedures. *Anesthesiology* 1941; 2: 281–4.

23. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL (July 1972). "Indices of relative weight and obesity". *Journal of Chronic Diseases*. 25 (6): 329–343.
24. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg* 2009; 250: 187–96.
25. Jayne DG, Thorpe HC, Copeland J, Quirke P, Brown JM, Guillou PJ (2010) Five-year follow-up of the Medical Research Council CLASICC trial of laparoscopically assisted versus open surgery for colorectal cancer. *Br J Surg* 97(11):1638–1645.
26. Lacy AM, García-Valdecasas JC, Delgado S et al (2002) Laparoscopy-assisted colectomy versus open colectomy for treatment of non-metastatic colon cancer: a randomised trial. *Lancet* 359(9325):2224–2229.
27. Veldkamp R, Kuhry E, Hop WC et al (2005) Laparoscopic surgery versus open surgery for colon cancer: short-term outcomes of a randomised trial. *Lancet Oncol* 6(7):477–484.
28. Bonjer HJ, Deijen CL, Abis GA et al (2015) A randomized trial of laparoscopic versus open surgery for rectal cancer. *N Engl J Med* 372(14):1324–1332.
29. Peterson CY, Weiser MR (2014) Robotic colorectal surgery. *J Gastrointest Surg* 18(2):398–403.
30. Shihou Sheng, Tiancheng Zhao, Xu Wang. Comparison of robot-assisted surgery, laparoscopic-assisted surgery, and open surgery for the treatment of colorectal cancer: A network meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Aug; 97(34): e11817.
31. Xiao-Long Zhu, Pei-Jing Yan, Liang Yao, Rong Liu, De-Wang Wu, Bin-Bin Du, Ke-Hu Yang, Tian-Kang Guo and Xiong-Fei Yang. Comparison of Short-Term Outcomes Between Robotic-Assisted and Laparoscopic Surgery in Colorectal Cancer. *Surg Innov*. 2019 Feb;26(1):57-65.
32. Jiménez-Rodríguez, RM, Rubio-Dorado-Manzanares, M, Díaz-Pavón, JM. Learning curve in robotic rectal cancer surgery: current state of affairs. *Int J Colorectal Dis*. 2016; 31:1807-1815.
33. Julie Flynn, José Tomàs Larach, Joseph C. H. Kong, Peadar S. Waters, Satish K. Warriar, Alexander Heriot. The learning curve in robotic colorectal surgery

- compared with laparoscopic colorectal surgery: a systematic review. *Colorectal Disease*. *Colorectal Dis*. 2021 Nov;23(11):2806-2820.
34. Summers S, Anderson J, Petzel A, Tarr M, Kenton K (2015) Development and testing of a robotic surgical training curriculum for novice surgeons. *J Robot Surg* 9(1):27–35.
 35. Ahlering TE, Skarecky D, Lee D, Clayman RV (2003) Successful transfer of open surgical skills to a laparoscopic environment using a robotic interface: initial experience with laparoscopic radical prostatectomy. *J Urol* 170(5):1738–1741. doi:10.1097/01.ju.0000092881.24608.5e.
 36. Bedirli A, Salman B, Yuksel O. Robotic Versus Laparoscopic Resection for Mid and Low Rectal Cancers. *JLS*. 2016 Jan-Mar;20(1): e2015.00110.
 37. Lorenzon L, Bini F, Balducci G, Ferri M, Salvi PF, Marinozzi F Laparoscopic versus robotic-assisted colectomy and rectal resection: a systematic review and meta-analysis. *Int J Colorectal Dis*. 2016 Feb;31(2):161-73.
 38. Guadagni S, Palmeri M, Bianchini M, Gianardi D, Furbetta N, Minichilli F, Di Franco G, Comandatore A, Di Candio G, Morelli L. Ileo-colic intra-corporeal anastomosis during robotic right colectomy: a systematic literature review and meta-analysis of different techniques. *Int J Colorectal Dis*. 2021 Jun;36(6):1097-1110.
 39. Genova P, Pantuso G, Cipolla C, Latteri MA, Abdalla S, Paquet JC, Brunetti F, de'Angelis N, Di Saverio S. Laparoscopic versus robotic right colectomy with extra-corporeal or intra-corporeal anastomosis: a systematic review and meta-analysis. *Langenbecks Arch Surg*. 2020 Sep 9.
 40. Rawlings AL, Woodland JH, Vegunta RK, Crawford DL (2007) Robotic versus laparoscopic colectomy. *Surg Endosc* 21:1701–1708.
 41. Delaney CP, Lynch AC, Senagore AJ, Fazio VW (2003) Comparison of robotically performed and traditional laparoscopic colorectal surgery. *Dis Colon Rectum* 46:1633–1639.
 42. Ferri V, Quijano Y, Nuñez J, Caruso R, Duran H, Diaz E, Fabra I, Malave L, Isernia R, d'Ovidio A, Agresott R, Gomez P, Isojo R, Vicente E. Share. Robotic-assisted right

- colectomy versus laparoscopic approach: case-matched study and cost-effectiveness analysis. *Robot Surg.* 2020 May 4. doi: 10.1007/s11701-020-01084-5.
43. Sivathondan P, Jayne D (2018) The role of robotics in colorectal surgery. *Ann Royal Coll Surg England* 100:42–53.
44. P. Stamopoulos et al., “Prospective evaluation of sexual function after open and laparoscopic surgery for rectal cancer,” *Surg. Endosc.*, 2009.
45. O. M. Jones, A. R. L. Stevenson, R. W. Stitz, and J. W. Lumley, “Preservation of sexual and bladder function after laparoscopic rectal surgery,” *Color. Dis.*, 2009.
46. K. F. Kowalewski, L. Seifert, S. Ali, M. W. Schmidt, S. Seide, C. Haney, C. Tapking, A. Shamiyeh, Y. Kulu, T. Hackert, B. P. Müller-Stich, F. Nickel. Functional outcomes after laparoscopic versus robotic-assisted rectal resection: a systematic review and meta-analysis. *Surgical Endoscopy* (2021) 35:81–95.
47. Harr JN, Haskins IN, Amdur RL, Agarwal S, Obias V. The effect of obesity on laparoscopic and robotic-assisted colorectal surgery outcomes: an ACS-NSQIP database analysis. *J Robot Surg.* 2018;12(2):317–23.