CHIRURGIA

LAPAROSCOPICA E ROBOTICA

Lezione informativa sulle tecniche della chirurgia Mininvasiva

A cura della Dott.ssa Costanza Michela Acciaro

11 Novembre 2026

LA CHIRURGIA LAPAROSCOPICA DEFINIZIONE

La chirurgia laparoscopica è una tecnica mininvasiva che permette di eseguire interventi addominali e pelvici complessi attraverso piccole incisioni da 3 a 10 millimetri, riducendo drasticamente il dolore post-operatorio e l'impatto estetico rispetto alla chirurgia tradizionale "a cielo aperto".



Grazie all'uso di telecamere ad altissima definizione, anche 4K, che ingrandiscono il campo visivo fino a 20 volte, il chirurgo opera con massima precisione anatomica. L'applicazione dei moderni protocolli di recupero rapido, **ERAS,** consente la mobilizzazione immediata del paziente, l'alimentazione precoce e la dimissione entro 24-48 ore nella maggior parte delle procedure.

▪ CENNI STORICI DELLA LAPAROSCOPIA

La **videolaparoscopia** nasce da un percorso storico iniziato alla fine dell'Ottocento con le prime esplorazioni endoscopiche e culminato nel 1987 con la rivoluzione della chirurgia mininvasiva moderna.
La storia della laparoscopia a scopo di indagine diagnostica si ritiene risalga ai tempi lontani, vediamo le tappe più significative:

- **Nel 463-375 a.c Ippocrate** è l'inventore dello speculum rettale prima e vaginale in un secondo tempo. Strumento utilizzato per vedere all'interno di cavità come la vagina e l'ano.

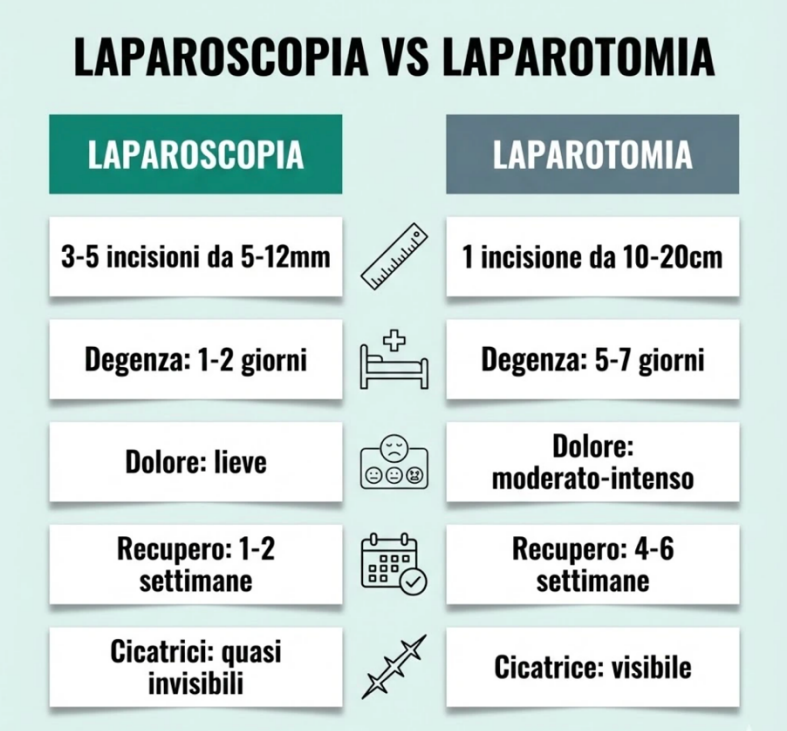
- **1986-1987** L'invenzione di videocamere in miniatura collegate a monitor TV segna il passaggio definitivo dalla visione diretta attraverso un tubo ottico alla **videolaparoscopia**.

- **1987:** Il chirurgo francese Philippe Mouret esegue a Lione la prima colecistectomia laparoscopica della storia moderna. Da quel momento, la tecnica si diffonde rapidamente a livello globale, trasformandosi nello standard per moltissimi interventi di chirurgia generale, oncologica e bariatrica.

Occorre considerare innanzitutto che in un'era precedente le attuali capacità diagnostiche radiologiche (come TC, RM), molte diagnosi venivano fatte mediante laparotomia, cioè chirurgia aperta, col rischio di esiti negativi. L'idea di una minimizzazione dell'invasività di un accertamento diagnostico, sebbene sembri piuttosto recente, non è mai stata aliena alla medicina.

▪ LAPAROSCOPIA E LAPAROTOMIA: QUAL' È LA DIFFERENZA

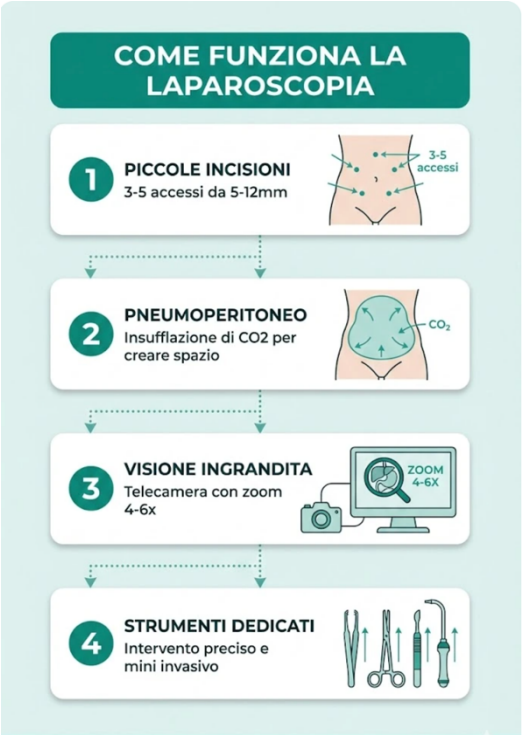
Capire la **differenza tra laparoscopia e laparotomia** è fondamentale per comprendere i vantaggi della chirurgia mini invasiva.



Laparotomia: è l'approccio chirurgico tradizionale che prevede un'incisione ampia (generalmente 10-20 cm) per accedere alla cavità addominale. Il chirurgo opera direttamente con le mani e visualizza gli organi a occhio nudo. Comprende anche la **mini laparotomia**, con incisioni più contenute (4-7 cm) ma comunque più ampie rispetto alla laparoscopia.

Laparoscopia: è la tecnica mini invasiva che utilizza 3-5 piccole incisioni (5-12 mm ciascuna) attraverso cui vengono inseriti strumenti sottili e una telecamera. Il chirurgo opera guardando un monitor ad alta definizione.

COME FUNZIONA LA LAPAROSCOPIA



Il termine ***laparoscopia*** deriva dalla fusione di due vocaboli greci: ***laparos,*** addome o fianco, e ***scopeo,*** guardo o osservo. Letteralmente si traduce come "***guardare dentro l'addome"***

Oggi la laparoscopia non è più una semplice tecnica diagnostica ma una complessa e raffinata procedura chirurgica.

L'accesso alla cavità addominale avviene attraverso piccole incisioni, che variano dai tre ai 10 mm di lunghezza. Attraverso queste porte d'ingresso, il chirurgo introduce delle cannule cave chiamate ***Trocar***

All'interno di questi trocar passano sia gli strumenti operatori che la telecamera ad altissima definizione. Questa telecamera proietta l'immagine in tempo reale su un monitor di 32 pollici o più, anch'esso in alta definizione HD o 4K

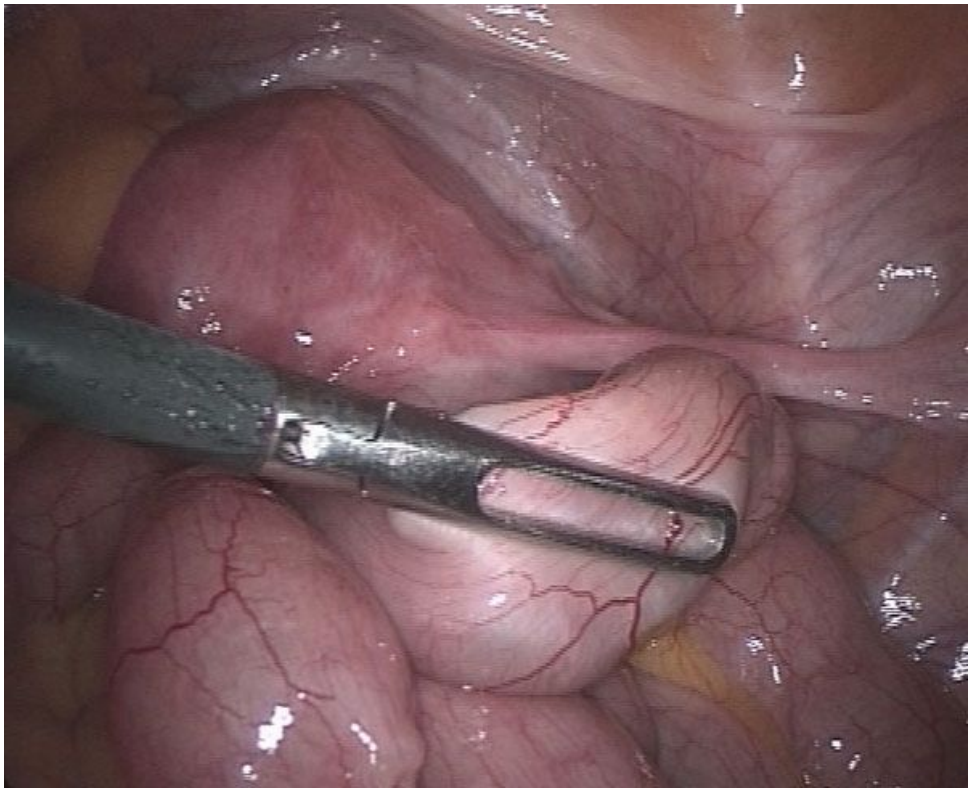




La magnificazione dell'immagine

Uno dei più grandi vantaggi per il chirurgo è la possibilità di osservare il campo operatorio nei più piccoli dettagli. I chirurghi possono osservare

l'anatomia con un ingrandimento visivo che supera le 20 volte, fenomeno noto come **magnificazione dell'immagine.**



Questo permette di identificare strutture vascolari e nervose microscopiche che a occhio nudo risulterebbero invisibili, garantendo una dissezione dei tessuti estremamente accurata e sicura.
Anche gli strumenti per la laparoscopia sono molto sottili e lunghi, con geometrie particolari progettate per replicare i movimenti della mano umana all'interno di spazi confinati. Essi comprendono dispositivi evoluti per permettere:





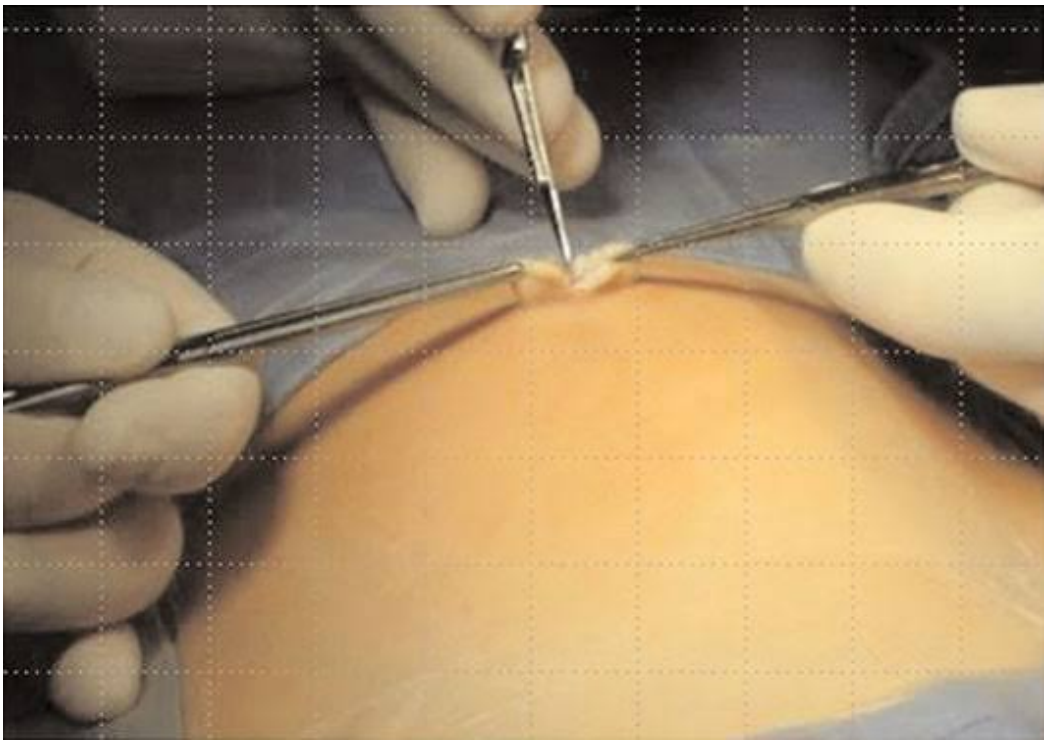
- Il taglio senza sanguinamento tramite bisturi armonici o radiofrequenza avanzata.

- L'arresto mirato del sanguinamento, emostasi, mediante pinze bipolari.
- La dissezione ultrasottile dei tessuti.
- La sutura e la chiusura dei tessuti interni con suturatrici meccaniche, aghi e fili speciali.

La sala operatoria laparoscopica è quindi attrezzata in maniera differente rispetto a quelle convenzionali, con una complessa architettura di dispositivi medici, torri endoscopiche e monitor dedicati che circondano il tavolo operatorio.

IL RUOLO DEL PNEUMOPERITONEO

Per permettere di eseguire l'intervento chirurgico in sicurezza, è fondamentale creare uno spazio operativo reale tra la parete addominale e gli organi interni, come l'intestino



Questo spazio si ottiene insufflando, cioè gonfiando, l'addome con **anidride carbonica**, CO_2, una procedura codificata che prende il nome di **pneumoperitoneo**.

Perché si usa l'anidride carbonica?

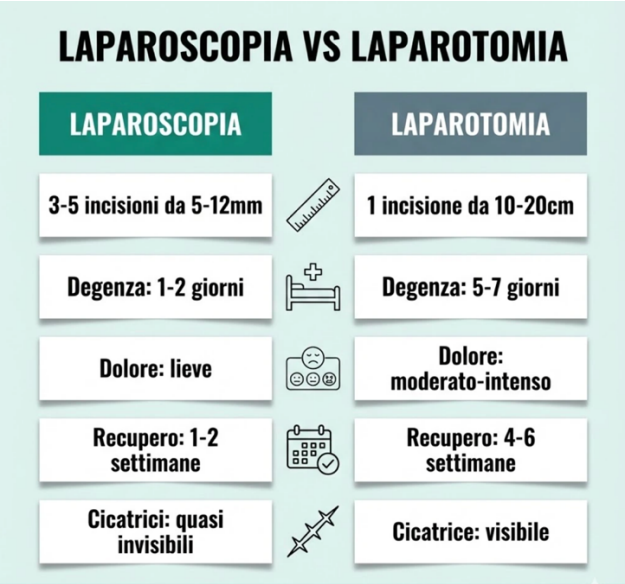
La scelta della CO2 non è casuale, ma è dettata da rigorosi criteri di sicurezza medica:

- **Non è infiammabile:** un fattore fondamentale per prevenire rischi di esplosione o incendi endo-addominali quando si utilizzano strumenti elettrochirurgici, radiofrequenze o bisturi armonici.
- **È altamente solubile nel sangue:** questa proprietà riduce drasticamente il rischio clinico di embolia gassosa rispetto all'eventuale uso di aria ambiente.
- **È facile da eliminare:** la CO2 viene rapidamente assorbita dal peritoneo, immessa nel circolo sanguigno ed eliminata in modo naturale attraverso la respirazione polmonare.

Questo gas, oltre a generare lo spazio visivo e di manovra necessario, svolge un ruolo biologico cruciale confermato dalla letteratura internazionale: contribuisce a inibire la liberazione da parte dell'organismo di una serie di mediatori e sostanze pro-infiammatorie.

▪ I VANTAGGI DELLA LAPAROSCOPIA

I vantaggi della chirurgia laparoscopica rispetto alla chirurgia laparotomica tradizionale sono molteplici, misurabili e scientificamente provati da studi clinici controllati.



Assenza di lunghe ferite e ridotto dolore post-operatorio

In primo luogo, vi è l'assenza di lunghe incisioni addominali virgola che in chirurgia tradizionale raggiungono o superano spesso i 35 cm, a fronte di piccoli accessi millimetrici nella chirurgia laparoscopica.

La riduzione della risposta infiammatoria sistemica

Normalmente, i tessuti del corpo umano producono sostanze pro-infiammatori come citochine specifiche, e proteina C- reattiva come risposta biologica all'invasione o a un forte trauma. Questo meccanismo avviene regolarmente durante un intervento a cielo aperto.

Queste sostanze determinano una sensazione generalizzata di malessere e astenia, possono indurre un blocco temporaneo della motilità intestinale, ileo post-operatorio e facilitano l'insorgenza di complicanze, in particolare respiratorio.

Un intervento laparoscopico attenua e riduce sensibilmente la produzione di questi mediatori pro infiammatori da parte dell'organismo. Questo parziale blocco della cascata infiammatoria sistemica si traduce in un recupero decisamente più confortevole.

Risultato estetico e mobilizzazione precoce

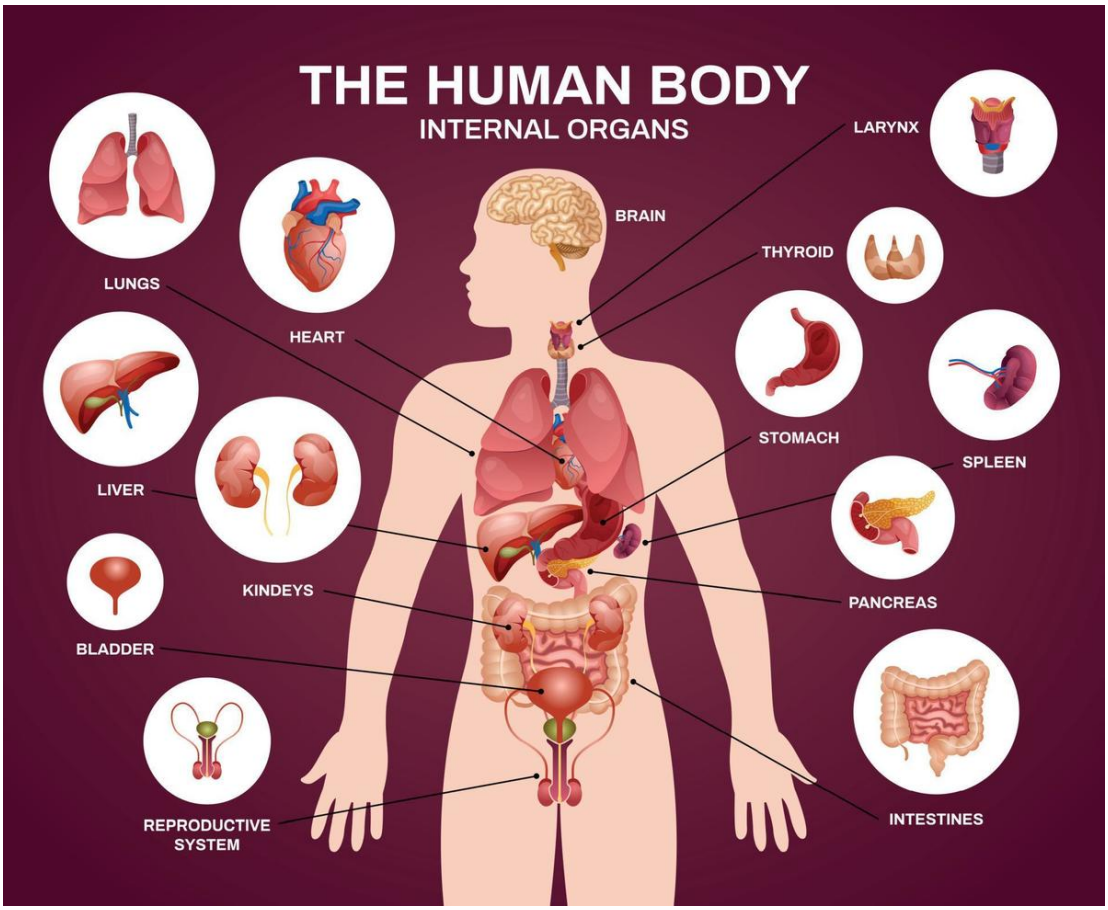
Il ridotto dolore postoperatorio permette al paziente di deambulare e alzarsi dal letto già il giorno stesso dell'intervento o la mattina successiva.

La mobilizzazione precoce stimola la risposta immediata della funzionalità intestinale, consente un'alimentazione rapida e garantisce un eccellente risultato estetico nel tempo grazie a cicatrici minime

spesso nascoste nelle pieghe cutanee naturali o all'interno dell'anello ombelicale-

▪ PRINCIPALI CAMPI DI APPLICAZIONE CLINICA

Oggi la laparoscopia non è più un'eccezione, ma copre quasi l'intera gamma della chirurgia addominale, ginecologica e urologica.



- **Chirurgia dell'apparato digerente superiore:** utilizzata per la cura chirurgica dell'ernia iatale e del reflusso gastroesofageo, nonché nella chirurgia oncologica dello stomaco.
- **Chirurgia epato-biliare:** la colecistectomia laparoscopica, asportazione della cistifellea per calcolosi, rappresenta l'intervento addominale standard più eseguito al mondo con questo approccio.

- **Chirurgia colo-rettale:** resezioni intestinali mini-invasive per tumori del colon-retto, diverticolite o malattie infiammatorie croniche intestinali, MICI, come il morbo di Crohn.
- **Chirurgia della parete addominale:** riparazione avanzata di ernie inguinali, ombelicali e laparoceli con posizionamento di reti protesiche biocompatibili, mesh.
- **Chirurgia bariatrica:** interventi di bypass gastrico e sleeve gastrectomy per il trattamento chirurgico dell'obesità patologica.
- **Ginecologia:** isterectomie, asportazione di cisti ovariche, trattamento dell'endometriosi profonda e rimozione di miomi uterini.
- **Urologia:** prostatectomie radicali, nefrectomie e interventi conservativi sul rene.
- **Chirurgia Polmonare:** per patologie sia benigne che maligne, (interventi di resezione, atipica, segmentectomia anatomica, **Lobectomia Polmonare Torascopica (VATS Lobectomy)**, pneumonectomia, sleeve resection)ecc.

La toracoscopia non richiede divaricazione costale e pertanto risulta essere una procedura mini-invasiva.

Tale tecnica mini-invasiva offre numerosi vantaggi rispetto all'approccio tradizionale, ossia la toracotomia, che richiede una ampia incisione di 10 – 15 cm di lunghezza con sezione muscolare e divaricazione costale.

RISCHI, COMPLICANZE E CONTROINDICAZIONI

Sebbene si tratti di una procedura consolidata e caratterizzata da un elevato profilo di sicurezza, la laparoscopia resta un atto chirurgico e come tale non è del tutto esente da potenziali rischi.

Le complicanze specifiche seppur rare possono includere:

- Lesioni accidentali vascolari o viscerali durante la fase di inserimento iniziale dei trocar evento drasticamente ridotto grazie all'uso di Trocar ottici e taglienti protetti di ultima generazione.

- Alterazioni cardio polmonari transitorie legate all'assorbimento sistemico della CO2 o all'aumento della pressione intra addominale attentamente gestite dall'anestesista in sala operatoria.

- Conversione chirurgica open si verifica in una percentuale stimata tra il 5% e il 7% dei casi.

- **Importante:** la conversione non costituisce una complicanza o un fallimento tecnico ma un atto di responsabilità e buona pratica clinica se il chirurgo riscontra situazioni anatomiche complesse l'allargamento dell'incisione viene eseguito esclusivamente per tutelare la salute del paziente.

Controindicazioni: a chi non può essere applicata

La **laparoscopia** non può essere applicata a tutti i pazienti. Esistono due tipi di controindicazioni:

- **Controindicazioni assolute:** riguardano pazienti con gravi patologie dell'apparato cardiovascolare e polmonare. Il rischio viene valutato caso per caso da un team multidisciplinare (cardiologo, pneumologo, anestesista, chirurgo).

- **Controindicazioni relative:** riguardano pazienti che hanno subito precedenti interventi addominali. Le aderenze post-operatorie possono rendere più complessa la procedura laparoscopica. In questi casi, il chirurgo valuta individualmente la fattibilità dell'approccio mini invasivo.

▪ IL RECUPERO POST.OPERATORIO E I PROTOCOLLI ERAS

L'adozione delle linee guida internazionali ERAS (Enhanced Recovery After Surgery) ha permesso di ottimizzare al massimo il percorso postoperatorio in chirurgia mininvasiva.

Fase del percorso	Protocollo clinico ERAS
Mobilizzazione	Deambulazione assistita precoce, entro pochissime ore dall'intervento o dalla mattina successiva.
Alimentazione	Ripresa della dieta liquida o semiliquida il giorno stesso dell'intervento, secondo indicazione clinica.
Dimissioni	In regime di Day Surgery o con degenza breve, spesso entro 24-48 ore.
Ritorno alle attività	Rapido: in genere dai 3 ai 5 giorni per le attività leggere, con indicazioni personalizzate in base all'intervento.

▪ COS'E' LA CHIRURGIA ROBOTICA?



La **chirurgia robotica** è una tecnica operatoria in cui il chirurgo controlla bracci meccanici ad alta precisione attraverso una console computerizzata. Non è il robot a operare autonomamente, il chirurgo guida ogni movimento, ma con strumenti che amplificano le capacità e annullano i limiti fisiologici della mano umana.

Questa evoluzione ha una data di nascita precisa. Il 17 marzo 1987, a Lione, il Dr. Mouret eseguì la prima colecistectomia laparoscopica, rivoluzionando il concetto stesso di chirurgia.

Da quel momento, il vecchio motto **"grande taglio, grande chirurgo"** è stato progressivamente sostituito da un approccio opposto: minime incisioni, massima precisione, rapido recupero.

La **chirurgia robotica arriva in Italia** alla fine del 1999 a Grosseto e rappresenta il passo successivo di questa rivoluzione.



Cenni storici: le tappe storiche principali

La chirurgia robotica nasce alla fine degli anni Cinquanta grazie a progetti del Pentagono per consentire ai medici di operare i feriti di guerra a distanza o nello spazio.

- **Anni '50 - '80**: Nasce il progetto RAMS (Robotic Assisted Micro Surgery). Nel 1985 il braccio robotico **PUMA 200** viene usato per la prima volta in neurochirurgia per biopsie cerebrali. Nel 1988 viene sperimentato il robot **PROBOT** per interventi alla prostata.

- **Anni '90:** Arrivano i sistemi per la chirurgia laparoscopica come **AESOP** (approvato nel 1994) e **ZEUS**. Nel 1992 il sistema **ROBODOC** viene impiegato in ortopedia per un'operazione al femore.
- **1999 - 2000:** Viene lanciato e approvato dalla FDA il sistema **da Vinci** di Intuitive Surgical, che segna la vera svolta commerciale e clinica della chirurgia mininvasiva a livello globale e arriva rapidamente anche in Italia.

Il primo intervento in assoluto in Italia viene eseguito dal professor **Pier Cristoforo Giulianotti** presso l'Ospedale di Grosseto, che diventerà un centro d'eccellenza e una scuola internazionale di robotica chirurgica.

Negli stessi mesi, altri centri d'eccellenza, iniziano ad applicare la tecnologia in urologia, cardiochirurgia e chirurgia generale.

- **Oggi:** Il Sistema Da Vinci è la piattaforma di chirurgia robotica più diffusa al mondo, progettata per superare i limiti della laparoscopia tradizionale e ottimizzare gli interventi mini-invasivi.
  Il modello SP – Single Port è l'evoluzione più avveniristica, progettato per eseguire interventi complessi attraverso un unico piccolissimo accesso cutaneo (un solo foro), riducendo ulteriormente l'invasività.



I TRE COMPONENTI CHIAVE DEL ROBOT DA VINCI:

1. Console chirurgica
2. Carrello paziente
3. Carrello visione



GESTIONE IN SALA OPERATORIA

Durante una procedura assistita dal robot l'équipe medica si divide in due postazioni principali:

- **Console chirurgica:** È la postazione remota dove siede il chirurgo, situata fuori dal campo sterile. Permette di vedere l'interno del paziente in 3D ad alta definizione e di muovere i bracci robotici tramite speciali manipolatori per le dita.



- **Carrello paziente:** È l'unità mobile posizionata a ridosso del letto operatorio. Dispone di **3 o 4 bracci meccanici** articolati che reggono la telecamera e gli strumenti chirurgici miniaturizzati inseriti nei piccoli fori sul corpo del paziente.

- **Carrello visione:** Costituisce il nucleo di elaborazione centrale del sistema. Integra la fonte luminosa, i processori video ad alta definizione e i sistemi software che coordinano la comunicazione in tempo reale tra la console e i bracci.

VANTAGGI DELLA CHIRURGIA ROBOTICA

Vantaggi per il Paziente

- **Incisioni più piccole**: I tagli minimi riducono il trauma dei tessuti e il rischio di infezioni.
- **Minor dolore**: Il disagio post-operatorio si riduce, così come l'uso di farmaci antidolorifici.
- **Perdite di sangue ridotte**: La precisione degli strumenti limita i danni ai vasi sanguigni.
- **Cicatrici meno visibili:** L'aspetto estetico migliora e il corpo guarisce più velocemente
- **Recupero rapido**: La degenza in ospedale è più breve e il ritorno alle attività quotidiane avviene in tempi ridotti.

Vantaggi per il Chirurgo

- **Visione 3D ad alta definizione**: Il campo operatorio viene ingrandito e offre una percezione della profondità eccellente.
- **Eliminazione dei tremori**: I bracci robotici filtrano i movimenti involontari della mano umana.
- **Maggiore destrezza**: Gli strumenti si muovono e ruotano in spazi ristretti con una flessibilità superiore ai metodi classici.
- **Migliore ergonomia**: La postazione di comando riduce la stanchezza fisica durante le procedure lunghe.

PRINCIPALI CAMPI DI APPLICAZIONE DELLA CHIRURGIA ROBOTICA:

La chirurgia robotica trova applicazione in numerosi rami della medicina, offrendo al chirurgo una visione tridimensionale ingrandita e una precisione millimetrica.

- **Urologia**: È uno degli ambiti più diffusi, impiegato soprattutto per la prostatectomia radicale (asportazione della prostata) e interventi su rene e vescica.
- **Chirurgia Generale e Oncologica Addominale**: Utilizzata per trattare tumori o patologie del colon-retto, dello stomaco, della cistifellea e del fegato, garantendo il rispetto dei tessuti sani.
- **Ginecologia**: Impiegata per isterectomie (rimozione dell'utero), miomectomie e trattamenti dell'endometriosi profonda in spazi anatomici ristretti.
- **Ortopedia**: Utilizzata per l'impianto di protesi di anca e ginocchio grazie a sistemi computer-assistiti che permettono un posizionamento estremamente accurato dell'impianto.
- **Chirurgia Toracica**: Applicata per la resezione di tumori polmonari e patologie del mediastino con un minore trauma per la parete toracica.
- **Otorinolaringoiatria e Chirurgia Maxillo-Facciale**: Utilizzata per interventi trans-orali (TORS) per operare tumori del distretto testa-collo attraverso la bocca senza incisioni esterne.

Robotica o laparoscopia quando si sceglie una tecnica rispetto all'altra

Entrambe le tecniche sono valide, moderne e sicure, ma la scelta tra chirurgia robotica e laparoscopia dipende da una serie di valutazioni che riguardano:

- Il tipo di intervento ma anche la sua complessità tecnica
- La sede anatomica da trattare
- Le caratteristiche del paziente e l'eventuale presenza di altre patologie associate.

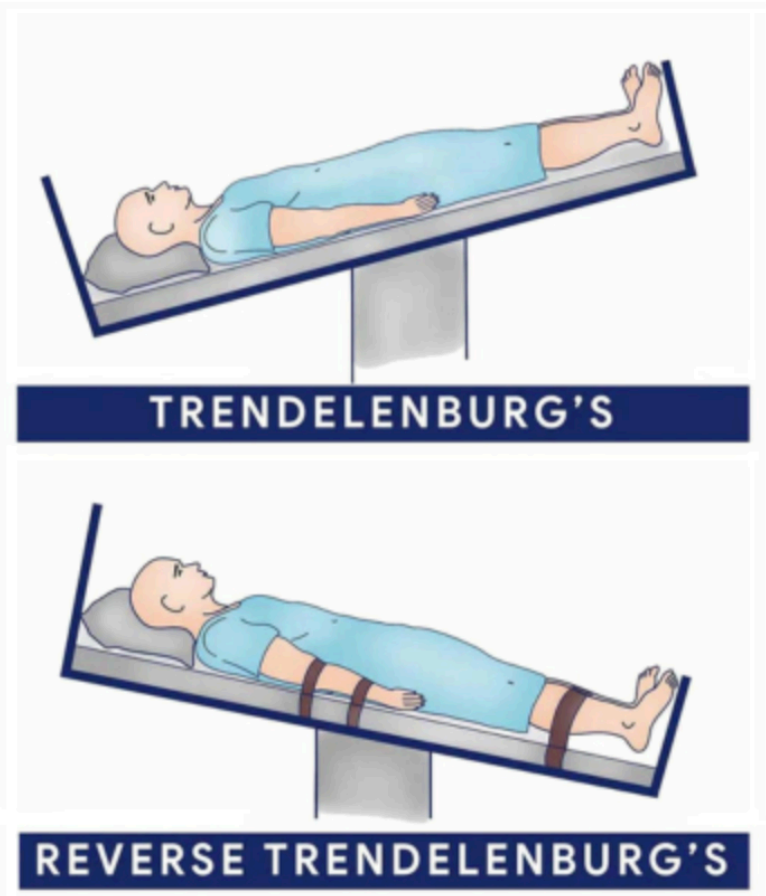
In ambito oncologico ad esempio il team chirurgico valuta se adottare un approccio laparoscopico o un robotico sulla base di diversi criteri tra cui:

- Sede del tumore la chirurgia robotica offre maggiore vantaggio nei tumori situati nel retto medio e basso dove l'anatomia pelvica rende più complesso l'accesso e la dissezione
- Stadio di malattia per tumori localizzati o poco estesi può essere sufficiente l'approccio laparoscopico nei casi più complessi o avanzati la chirurgia robotica consente un controllo maggiore AA manovre più precise
- Comorbidità e condizioni generali del paziente che possono influenzare la tolleranza all'intervento e il tipo di approccio da preferire

A fare la differenza inoltre è sempre l'esperienza del chirurgo e la disponibilità tecnologica del centro un chirurgo formato in entrambi gli approcci è in grado di scegliere consapevolmente la tecnica più adatta calibrandola sulle esigenze del singolo paziente
È quindi importante sottolineare che chirurgia robotica e laparoscopia non sono tecniche in competizione ma complementari punto la scelta dell'una o dell'altra si basa su un principio fondamentale garantire il trattamento più efficace con un minor impatto possibile sul benessere e sulla qualità di vita del paziente.

Gestione e problematiche anestesiologiche durante anestesia generale in laparoscopia e/o robotica.

La fisiopatologia della **laparoscopia in anestesia generale** è caratterizzata dalle complesse interazioni tra gli effetti sistemici dell'insufflazione di gas nell'addome (pneumoperitoneo) e le variazioni posturali richieste dalla chirurgia (es. posizioni di **Trendelenburg o antitrendelenburg).** Il gas standard utilizzato è l'**anidride carbonica (CO_2)** per la sua alta solubilità e il basso rischio di embolia gassosa.
Ecco i principali cambiamenti fisiopatologici suddivisi per sistema:



🫁 *Sistema Respiratorio (Meccanica e Scambi Gassosi)*

L'aumento della pressione intra-addominale (IAP) spinge il diaframma verso l'alto.

- **Riduzione dei volumi polmonari:** Si verifica una marcata riduzione della Capacità Funzionale Residua (CFR) e della compliance polmonare.
- **Atelectasia:** Lo schiacciamento del tessuto polmonare favorisce il collasso alveolare nelle zone declivi, peggiorando il mismatch ventilazione/perfusione (V/Q).
- **Ipercapnia e acidosi respiratoria:** La CO_2 insufflata viene assorbita attraverso il peritoneo nel sangue. L'anestesista deve aumentare la ventilazione minuto (frequenza o volume) per eliminare l'eccesso di CO_2.

Sistema Cardiovascolare (Emodinamica)

Gli effetti dipendono dal livello di pressione del pneumoperitoneo (solitamente mantenuto tra 12-15 mmHg) e dalla postura.

- **Aumento delle resistenze vascolari sistemiche (RVS):** La compressione dell'aorta addominale e il rilascio di ormoni (vasopressina, catecolamine) causano un aumento della pressione arteriosa.
- **Variazioni del ritorno venoso:** Una IAP moderata comprime i vasi ed espelle il sangue verso il cuore; tuttavia, pressioni >15 mmHg comprimono la vena cava inferiore, riducendo il ritorno venoso e la gittata cardiaca.
- **Effetti posturali:** Il Trendelenburg (testa in giù) aumenta il ritorno venoso ma aggrava la pressione intratoracica; l'Antitrendelenburg (testa in su) riduce il ritorno venoso e può causare ipotensione.

Sistema Nervoso Centrale

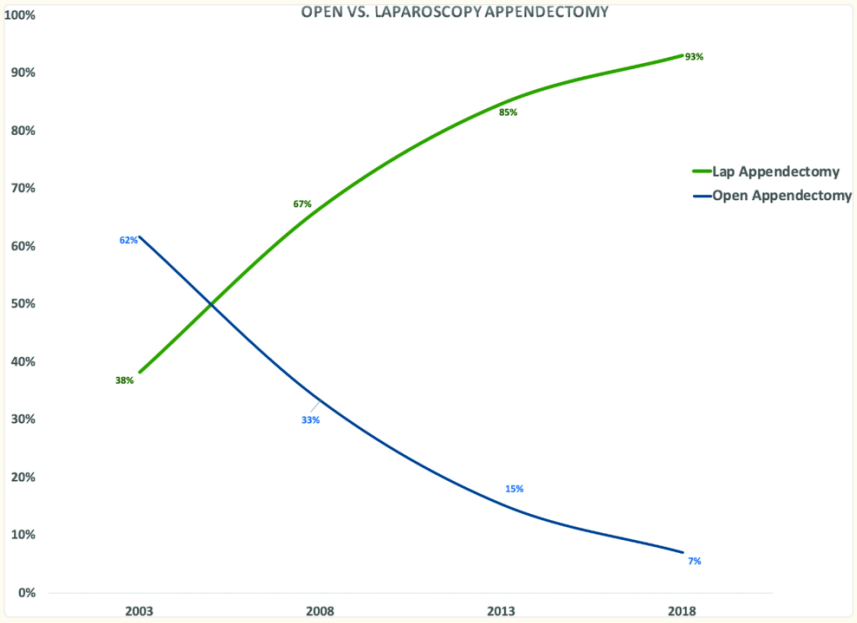
- **Aumento della Pressione Intracranica (PIC):** La combinazione di pneumoperitoneo, ipercapnia (che causa vasodilatazione cerebrale) e posizione di Trendelenburg ostacola il deflusso venoso giugulare, aumentando la PIC e la pressione intraoculare.

Flusso Sanguigno Splancnico e Renale

- **Riduzione della perfusione d'organo:** La pressione meccanica sui vasi renali e sul parenchima riduce il flusso sanguigno renale e la filtrazione glomerulare.
- **Oliguria transitoria:** La riduzione della diuresi durante l'intervento è comune, causata sia dalla compressione fisica sia dall'attivazione del sistema renina-angiotensina-aldosterone (RAA) e dal rilascio di ADH. La funzione renale torna normalmente basale subito dopo lo sgonfiamento dell'addome.

❖ Conclusioni

Figura 2.



Sebbene il volume complessivo degli interventi chirurgici per i medici specializzandi in chirurgia sia aumentato a livello nazionale, la rappresentazione degli interventi a cielo aperto è diminuita costantemente dall'avvento della chirurgia mininvasiva. La laparoscopia è diventata in modo costante e sistematico una componente dominante della formazione odierna dei chirurghi generali. L'esperienza necessaria in chirurgia a cielo aperto durante la specializzazione è ancora da definire e potrebbe rivelarsi fondamentale ora che la laparoscopia sta progressivamente sostituendo gli interventi a cielo aperto.