

11202  
1



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES**  
**HOSPITAL ESPAÑOL DE MEXICO.**

**“ANESTESIA EN CIRUGIA ENDOSCOPICA”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN

**ANESTESIOLOGIA**

PRESENTA

Dr. ARTURO ACEVEDO CORONA

ASESOR: Dr. Fernando Cano Oliver



HOSPITAL ESPAÑOL

MEXICO D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2000-03

2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

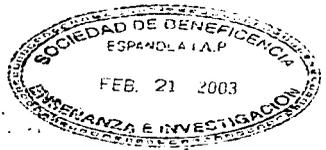


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



*Sierra*

Dr. Alfredo Sierra Unzueta.  
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación.  
Hospital Español de México.

*Balcazar*

Dr. Randolph Balcazar Romero.  
Titular del Curso Universitario de Especialización en Anestesiología.  
Hospital Español de México.

*Canal*

Dr. Fernando Cano Oliver.  
Asesor de Tesis y Profesor del Curso Universitario de la Especialidad en Anestesiología.  
Hospital Español de México.

COMISION DE ESPECIALIDADES  
COMISION DE TESIS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U. N. A. M.

B

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **AGRADECIMIENTOS.**

*A mis padres, hermano y muy especialmente a mi hermana Zoheyla, por su gran apoyo que siempre me han brindado para mi formación como médico.*

*A mis maestros y amigos:*

*Dr. Fernando Cano Oliver, por haber fomentado en mi el orden y la disciplina necesarios para ejercer dignamente la especialidad de anestesiología y por haber sido durante mi formación un gran guía, ejemplo a seguir y apoyo.*

*Dr. Randolph Balcázar Romero, quien desde el principio me brindó su apoyo incondicional y confianza, transmitiéndome con gran humanidad su enorme experiencia.*

*Dr. José Luis Reyes Cedeño, quien con una ejemplar sencillez me ha demostrado, a su corta edad, ser un gran maestro y por supuesto un amigo incondicional.*

*A mi compañera y amiga Dra. Winnie Gil Willy, por haberme brindado una amistad inigualable y por haber reforzado en mi los valores necesarios para ejercer con gran amor, respeto y ética el arte de la medicina.*

SIS CON  
LA DE ORIGEN

C

## INDICE.

<b>Introducción</b> .....	1
<b>1.-Antecedentes</b>	
<b>Históricos</b> .....	4
1.2.-Evolución.....	7
1.3.-Aceptación.....	8
1.4.-Impacto Económico de la Cirugía Endoscópica.....	10
1.5.-Ambiente Hospitalario Ideal.....	16
1.5.1.-Equipo de Cirugía Endoscópica.....	20
<b>2.-Indicaciones y Contraindicaciones de la Cirugía Endoscópica</b> .....	25
<b>3.-Técnica con Neumoperitoneo</b> .....	33
3.1.-Instrumentación.....	33
3.2.-Manejo del Equipo y técnicas de Insuflación-desuflación.....	41
3.3.-Cambios Fisiológicos.....	45
3.3.1.-Cambios Relacionados con la Posición del Paciente.....	47
3.3.2.-Cambios Respiratorios.....	48
3.3.3.-Cambios Cardiovasculares.....	49
3.3.4.-Cambios Metabólicos y de la Microcirculación.....	53
3.3.5.-Cambios de la Presión intracraneal y Teoría "Central".....	55
<b>4.-Complicaciones</b> .....	61
4.1.-Complicaciones Cardiovasculares.....	62
4.2.-Complicaciones Pulmonares.....	66
4.3.-Complicaciones Misceláneas.....	69
<b>5.-Técnica Anestésica</b> .....	70
5.1.-Valoración Preoperatoria.....	70
5.2.-Tipo de Anestesia.....	75

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

D

<b>5.3.-Manejo Transoperatorio.....</b>	<b>78</b>
5.3.1.-Monitoreo.....	78
5.3.2.-Inducción Anestésica.....	82
5.3.3.-Manejo de la Ventilación.....	83
5.3.4.-Mantenimiento Anestésico.....	84
5.3.5.-Manejo de la Ventilación Selectiva.....	85
<b>6.-Manejo Postoperatorio.....</b>	<b>90</b>
6.1.-Manejo del Dolor Postoperatorio.....	90
6.2.-Náusea y Vómito Postoperatorio.....	94
<b>7.-Técnica sin Neumoperitoneo.....</b>	<b>95</b>
7.1.-Diseño del Retractor Abdominal.....	95
7.2.-Utilidad del Retractor Abdominal y Comparación con la Técnica con Gas.....	96
7.3.-Ventajas y Desventajas del Retractor Abdominal.....	97
<b>8.-Avances en Cirugía Endoscópica.....</b>	<b>98</b>
8.1.-Cirugía Endoscópica en el Paciente Pediátrico.....	103
8.1.1.-Indicaciones.....	106
8.1.2.-Cambios Fisiológicos Asociados al Neumoperitoneo con CO <sub>2</sub> .....	107
8.1.3.-Complicaciones.....	109
8.1.4.-Valoración Preoperatoria.....	113
8.1.5.-Manejo de la Ventilación Selectiva en el Paciente Pediátrico.....	114
8.1.6.-Técnica Anestésica.....	116
8.1.7.-Manejo Postoperatorio.....	119
8.2.-Cirugía Endoscópica en el Paciente Crítico.....	98
8.3.-Cirugía Endoscópica en el Paciente Obeso.....	119
8.3.1.-Fisiopatología.....	120
8.3.2.-Valoración Preoperatoria.....	127
8.3.3.-Manejo Anestésico.....	130
8.3.4.-Ventajas de las Técnicas Endoscópicas en el Paciente Obeso.....	135
8.3.5.-Consideraciones Técnicas del Neumoperitoneo y Posicionamiento en Pacientes Obesos.....	136
8.3.6.-Cirugía Bariátrica Endoscópica y Embarazo.....	138

LIBRO CON  
FALLA DE ORIGEN

8.3.7.-Consideraciones Postoperatorias.....	139
8.4.-Cirugía Endoscópica en la Mujer Embarazada.....	140
9.-Cirugía Endoscópica en México.....	145
9.1.-Desarrollo de la Cirugía Endoscópica en México.....	145
9.2.-Experiencia en el Hospital Español de México.....	148
10.-Expectativas para el Futuro.....	153
Conclusiones.....	162
Bibliografía.....	170

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

F

## INTRODUCCION.

La cirugía endoscópica, es una técnica quirúrgica que data desde hace 200 años, sin embargo, no fue hasta la época de los ochentas cuando empezó a tomar su verdadero auge. Desde entonces ha demostrado en algunas de sus modalidades ser la mejor opción terapéutica, no obstante en algunas otras, su utilidad esta por definirse. Obviamente con el nacimiento de esta nueva era de la cirugía, se dio lugar a un gran reto para el anestesiólogo moderno, por lo que hoy en día es de primordial importancia para dicho especialista estar a la vanguardia en todo lo relacionado a la cirugía endoscópica, por lo que el objetivo de esta obra, es hacer una revisión de los puntos más importantes que debe conocer el anestesiólogo sobre esta técnica quirúrgica, en lo que respecta a procedimientos laparoscópicos y toracoscópicos. Para esto es necesario comenzar hablando sobre el impacto económico que ha tenido la cirugía endoscópica, el cual ha generado a largo plazo importantes ahorros, así mismo es indispensable conocer el ambiente hospitalario propicio, equipo e instrumental básico, para establecer una base de lo que se requiere durante estos procedimientos y como puede afectar a la atención anestésica el uso de un instrumento determinado. Al conocer las indicaciones y contraindicaciones de los procedimientos más representativos, podemos anticipar en la mayoría de los casos, las consideraciones anestésicas necesarias, así mismo al estar informado de las posibles complicaciones, nos ayudará a prevenirlas en la medida de lo posible y en su momento tratarlas adecuadamente. Gracias al éxito que ha tenido la cirugía endoscópica, se ha desarrollado en forma importante la investigación, hoy en día se conocen con mayor detalle muchos

de los aspectos inherentes al manejo anestésico-quirúrgico, por ejemplo, los cambios fisiológicos asociados al neumoperitoneo con CO<sub>2</sub>, que son la piedra angular en el manejo anestésico e incluso recientemente se ha realizado la proposición de la teoría "central" para explicar algunos de los cambios hemodinámicos.

Si se tiene conocimiento de los aspectos mencionados anteriormente, entonces tendremos las bases para realizar una buena valoración preanestésica, y manejo transoperatorio adecuados; dentro de este último es muy importante formar un criterio adecuado para el monitoreo.

La cirugía endoscópica, gracias a sus avances ha ido ganando terreno en algunas otras áreas, tal es el caso de la cirugía pediátrica, la cual no está en estos momentos tan desarrollada como la cirugía endoscópica en el adulto, pero no obstante es un campo donde se esperan grandes adelantos. La cirugía endoscópica en sus inicios no se realizaba en el paciente en estado crítico, sin embargo actualmente se han sentado las bases específicas en el manejo de este tipo de población, para poder realizar en ellos estos procedimientos. Otro avance importante que se ha logrado es la introducción de esta técnica en el campo de la cirugía bariátrica, lo que contribuye de manera muy importante en el tratamiento de la obesidad, por lo que se debe conocer en detalle lo relacionado a los cambios fisiológicos propios de este padecimiento y a su vez los puntos cardinales en el manejo anestésico de estos pacientes, ya que su morbimortalidad es alta. Por otro lado la mujer embarazada es también susceptible a presentar algunas patologías abdominales agudas y podría beneficiarse con el uso de las técnicas endoscópicas; en un inicio esto fue motivo de controversia, pero finalmente se han reportado estudios serios que

nos dan actualmente la pauta para la aplicación de estas técnicas en la mujer en estado gravídico.

Es menester también, hablar sobre la evolución que ha tenido la cirugía endoscópica en nuestro país, como surgió y que alcances ha tenido en el ámbito internacional. Igualmente es importante mencionar la experiencia que se ha tenido en nuestro Hospital con estas técnicas, pues desde sus inicios fue seleccionado como Hospital "piloto" para la enseñanza y difusión de estas a través de la práctica en cirugía experimental en cerdos, y posteriormente la aplicación en el ser humano. Así mismo reconocer el interés y la gran aportación en el campo anestésico, que hicieron para el desarrollo y aplicación de la técnica los Doctores; Fernando Cano Oliver y Benito Carballar López.

Finalmente, es oportuno conocer cuales son las expectativas para el futuro, sin duda los avances tecnológicos que siempre han caracterizado a esta técnica, van a repercutir en la posteridad de manera importante. Hemos sido testigos del avance vertiginoso en lo que se refiere a robótica, telepresencia, realidad virtual e informática, ya que hoy día estas diferentes modalidades son un hecho y se tienen afortunadamente, grandes objetivos logrados en espera de su aplicación rutinaria.

## **1.-Antecedentes Históricos.**

El término cirugía de invasividad mínima (CIM) es el más recientemente aplicado a la cirugía endoscópica y fue introducido por Jonh Wickham, que describe a la cirugía posmoderna de alta tecnología, pequeños orificios, grandes operaciones, la pequeñez del acceso y la invasividad de los procedimientos en tres palabras. Sin embargo el término de cirugía endoscópica es equivalente y puede aplicarse indistintamente.

Los inicios de la cirugía endoscópica se remontan a hace 200 años de antigüedad, cuando por primera vez se realizó la exploración de cavidades corporales en el año de 1805 por Bozzani, el cual utilizó un tubo sencillo y la luz de una vela.

George Kelling en 1901, fue el primero en realizar una laparoscopia primitiva, al visualizar vísceras abdominales con un cistoscópio, en un abdomen de perro con neumoperitoneo y fue hasta 1923 que lo realizó en un ser humano. Por su parte Jacobaeus en Estocolmo fue el creador del término laparoscopia y el primero en realizarlo en un ser humano en 1910.

En 1934, Ruddock efectuó la primera laparoscopia en América; años más tarde a final de los años 50 Hopkins describió las lentes cilíndricas, un método que transmitía luz a través de un cilindro de cuarzo, sin calor y con poca pérdida de luz. Posteriormente esto dio a pie al desarrollo de la fibra óptica, así como a los endoscopios flexibles en los inicios de la década de los setenta, para transformarse junto con los endoscopios rígidos en herramientas no sólo diagnósticas sino también terapéuticas.

Aunque el procedimiento era de ejecución general en Europa, no apareció en la práctica quirúrgica Estadounidense hasta el año de 1970. El Dr. Kurt Zemm originario de Kiel Alemania, es considerado como el padre de la laparoscopia moderna, fue el primero en realizar la apendicectomía laparoscópica, la liberación de adherencias y los métodos de sutura intracorpórea, con lo cual dio gran divulgación a las técnicas endoscópicas entre los ginecólogos. Por su parte la laparoscopia ginecológica, se inicia en 1962 con la fulguración de trompas de Falopio por Palmer y posteriormente se perfeccionan otros procedimientos como: salpingectomía y miomectomía entre otros, así como también la apendicectomía los cuales fueron informados y revisados por Zemm en 1984.

La colecistectomía laparoscópica, significa un importante avance tecnológico en el vasto y creciente Horizonte de la cirugía endoscópica, este nació en Francia, según Perissat y Vitale se inició en Lyon en Marzo del 87, cuando el Dr. Phillipe Mouret reseco la vesícula biliar en el curso de una laparoscopia ginecológica, para posteriormente desarrollarla de manera clandestina fuera del ámbito quirúrgico académico sujeto a fuertes críticas y a opiniones sarcásticas e incrédulas. Sin embargo algunos autores indican que la primera colecistectomía laparoscópica fue efectuada en realidad por Erich Mühe, en Böblingen Alemania, el 12 de Septiembre de 1985; para cuando Mouret realizó su primera colecistectomía, Mühe ya tenía publicado cerca de 100 procedimientos, desafortunadamente muy poca gente lee literatura en alemán. La Primer cinta de video presentada en el continente americano estuvo a cargo de Jacques Perissat de Burdeos Francia, durante el congreso de la naciente Sociedad Americana de Cirugía Endoscópica, en la ciudad de Kentucky en al año 1988. Finalmente en ese mismo año esta técnica fue introducida a EUA

por Redick y Olsen, fue hasta 1989 que aparecen los primeros reportes de esta novedosa técnica en el idioma inglés.

Por otra parte los procedimientos toracoscópicos se iniciaron por Jacobeaus en 1910, cuando utilizó un cistoscópio en el espacio pleural para tratar y diagnosticar pacientes con derrames pleurales tuberculosos, hoy en día es parte de la práctica común emplear la toracoscopia en forma diagnóstica y terapéutica para las enfermedades pleuropulmonares, así como mediastinales.

En el año de 1993 surgieron importantes reportes sobre el uso de técnicas toracoscópicas: Hazerligg, revisó el tratamiento del neumotórax y la enfermedad bullosa, Graeber y Jones publicaron la primera revisión sobre la aplicación de técnicas toracoscópicas en el tratamiento de lesiones traumáticas, por su parte Kirby y colaboradores publican la experiencia inicial de la lobectomía toracoscópica.

Finalmente en 1994 Walker y colaboradores notifican su experiencia en neumonectomía toracoscópica. Desde entonces se han ido desarrollando múltiples procedimientos que van desde la esofagectomía, discoidectomía y simpatectomía.

Otro de los descubrimientos que también han sido clave para el desarrollo de la cirugía de endoscópica, son: la fluoroscopia, la tomografía axial computada (TAC) y la resonancia magnética nuclear. Existen procedimientos tan sencillos como la biopsia guiada por TAC, la artroscopia, la cirugía nasal endoscópica y colangiopancreatografía endoscópica retrógrada, que también se encuentran consideradas dentro de la cirugía de invasividad mínima.

## **1.2.-Evolución.**

Después de su inicio han seguido etapas de entusiasmo y rechazo de manera cíclica, de esta misma forma a través de la historia se ha visto la tendencia a su redescubrimiento cada 10 años.

Algunos cirujanos han visto la reaparición del procedimiento con escepticismo y reservas, así como otros han argumentado que las indicaciones del procedimiento son limitadas y que "esta nueva técnica no podrá sustituir a la clásica". Por otra parte al haber la percepción pública de la superioridad de las técnicas endoscópicas, se dio lugar a la introducción mal controlada y poco supervisada de este tipo de procedimientos, pero finalmente en víspera del nuevo milenio las diversas técnicas han tomado poco a poco su lugar. Así mismo, se han publicado estudios serios, comparando las técnicas endoscópicas versus técnica abierta en las diversas ramas de la cirugía que se auxilian de estas técnicas y es el punto donde debemos formar un criterio para darle a cada técnica su valor.

No obstante hay que señalar que indudablemente la cirugía de endoscópica revolucionó la práctica ginecológica, debido a su simplicidad, seguridad y por la visión panorámica de la pelvis que se logró con ella. Los ginecólogos pronto se dieron cuenta que con esta técnica se lograría mayor precisión diagnóstica y se evitaría el tratamiento empírico, hoy en día es un procedimiento frecuente.

La cirugía endoscópica forma parte del gran arsenal terapéutico del cirujano, sobre todo del que se dedica a la cirugía gastrointestinal. Durante mas de un

siglo, los cirujanos han apoyado han apoyado la herencia de William Halsted, quien pensaba que "cada adelanto quirúrgico debe basarse en una observación meticulosa, experimentación de laboratorio y estudios clínicos planeados adecuadamente", sin embargo, la colecistectomía laparoscópica ha representado una desviación del desarrollo quirúrgico tradicional. Es por su parte el que se practica con mayor frecuencia en los hospitales generales, con reportes de hasta 500 mil colecistectomías por año en EUA, además se ha logrado con ella una significativa reducción de la incomodidad y dolor postoperatorios, lo cual se refleja en una estancia hospitalaria muy corta, es por eso que se ha popularizado vertiginosamente y diversas publicaciones han apoyado los beneficios de este procedimiento.

### **1.3.-Aceptación.**

Como ya hemos mencionado las técnicas endoscópicas han tomado un lugar importante dentro del armamentario de la práctica quirúrgica y actualmente la mayoría de las especialidades quirúrgicas se auxilian de las técnicas mencionadas y tal ha sido su aceptación que a continuación mencionaremos algunos de los procedimientos más representativos que se realizan en las diversas especialidades quirúrgicas:

**Gastrointestinal:** colecistectomía, funduplicatura, apendicectomía, laparoscopia diagnóstica, resección intestinal, esplenectomía.

**Ginecológica:** histerectomía, anexectomía, salpingectomía, diagnóstico y tratamiento de endometriosis, resección de quistes y embarazos ectópicos.

**Urológica:** ureteroscopia, hidocelectomía, nefrectomía, prostatectomía.

**Cardiovascular:** ligadura de conducto arterioso, implante de marcapaso y cardioversores, pericardiectomía.

**Bariátrica:** colocación de banda gástrica, By-pass gástrico.

**Microcirugía laparoscópica:** derivaciones biliodigestivas.

**Torácica:** cirugía de pulmones, mediastino, columna torácica, esófago, sistema nervioso simpático.

**Columna lumbar:** discoidectomía.

**Ortopédica:** artroscopia de cadera, rodilla y hombro.

**O.R.L.:** Cirugía de nariz y senos paranasales, tratamiento de epistaxis.

**Neurológica:** Resección de tumores hipofisarios.

**Endocrina:** tiroidectomía y paratiroidectomía.

**Pediátrica:** apendicectomía, esplenectomía, funduplicatura, cirugía torácica y cardiovascular.

#### **1.4.-Impacto Económico de la Cirugía Endoscópica.**

La cirugía endoscópica, ha tenido una repercusión económica importante, misma que abordaremos en este capítulo, las interrogantes mas importantes que debemos contestar son: ¿Los procedimientos endoscópicos ofrecen mayor costo-beneficio que la cirugía tradicional?, ¿porqué los pacientes desean ser sometidos a cirugía endoscópica a pesar del impacto económico?, ¿qué factores incrementan los costos?, ¿qué medidas se deben tomar para abatir los costos en cirugía endoscópica?.

En la actualidad, muchos pacientes reconocen los beneficios inherentes a los procedimientos endoscópicos y por lo tanto los prefieren en lugar de procedimientos abiertos que alarguen la convalecencia y dejen una cicatriz permanente.

Cerca de 20 millones de personas en E.U.A. padecen de litiasis biliar y cada año se reportan 1 millón de nuevos casos. Continúa siendo la enfermedad digestiva más común y representa un costo anual de 5 millones de dólares, el costo se va incrementando por la incapacidad de los pacientes de trabajar durante la convalecencia. En los últimos 2 años, en E.U.A., aproximadamente 500 mil colecistectomías laparoscópicas se realizan cada año.

Los seguros MEDICARE en el estado de Nueva York, registraron un incremento de 28,12%, en el total de las colecistectomías de 1990 a 1993 y un incremento de la proporción de las colecistectomías laparoscópicas de 15.86% a 50%. Los cargos en la cuenta total del enfermo son alrededor de 8% mayores cuando se realiza por laparoscopia. El costo total de una

colecistectomía laparoscópica en de \$4,394 Dls, al comparar el concepto de habitación y cargos por medicamentos, la cirugía endoscópica representa \$1,265 Dls, mientras que su análoga convencional representa un total de \$2,295 Dls.

Al disminuir el número de días de incapacidad para trabajar, tiene una repercusión positiva al generar un ahorro sustancial para el patrón; ya que una cirugía endoscópica requiere en promedio 10.5 días para que el empleado regrese a sus labores, mientras que con la variante abierta existen series que publican un total de 37 días para la reincorporación del empleado a sus actividades, lo que se traduce en un incremento del costo total. En otro estudio retrospectivo de 50 pacientes operados por cirugía endoscópica y 50 operados con técnica abierta, se reportaron 14 días de convalecencia para la primera (con un costo por falta de productividad del empleado de \$516 Dls) y 35 días de convalecencia para la segunda (con un costo por falta de productividad del empleado de \$1,424 Dls). Por lo tanto podemos concluir que la cirugía endoscópica tiene mayor costo beneficio que la cirugía abierta, debido principalmente a una reducción del periodo de convalecencia.

La apendicectomía laparoscópica ha sido comparada con su análoga convencional, en una serie de 38 pacientes con apendicitis, 20 operados por vía endoscópica y 18 por vía tradicional, no se observaron diferencias significativas en cuanto a tiempo quirúrgico, estancia intrahospitalaria, retorno a las actividades habituales; no obstante, se observó una mayor satisfacción estética, así como un mayor costo con la apendicectomía laparoscópica. Otros autores mencionan en un estudio que el 69% de los pacientes requieren analgesia parenteral postoperatoria por menos de 24 horas en apendicectomía

laparoscópica y sólo 44% en el grupo de apendicectomía abierta; 38% de los pacientes operados por laparoscopia fueron egresados en las primeras horas del postoperatorio y sólo 8% del grupo de pacientes operados por vía tradicional. El costo total de la apendicectomía laparoscópica fue de \$7,500 Dls y de 5,700 Dls en el grupo de apendicectomía abierta; dicho incremento de los costos en el grupo de cirugía endoscópica se debió al cargo del equipo e instrumental.

La funduplicatura de Nissen ofrece una mayor satisfacción al paciente, disminuye los costos y ofrece un rápido retorno a las actividades diarias. Estudios realizados en funduplicatura laparoscópica con úlcera perforada, registran un tiempo quirúrgico de 85 a 106 minutos, estancia intrahospitalaria de 5 a 8 días, con costo de \$6,573 Dls en la cirugía endoscópica y de \$7,511 Dls en la variante abierta.

La colectomía laparoscópica es una técnica segura, que repercute en un menor tiempo de convalecencia y menor costo.

En un estudio prospectivo comparativo de hernioplastia laparoscópica preperitoneal, versus herniorrafía abierta tradicional, registraron que el tiempo quirúrgico no fue estadísticamente significativo, pero su costo si lo fue. Se informó una disminución del dolor postoperatorio, menor estancia intrahospitalaria, un rápido retorno a las actividades diarias y menor tasa de complicaciones en cirugía laparoscópica, también el costo fue consecuencia del uso de equipo y material endoscópico. En otras series evaluando la herniorrafía laparoscópica versus abierta, informan que 26 pacientes (43%) no presentaron complicaciones postoperatorias; 57 pacientes (95%) refirieron

satisfacción con el procedimiento; 55 pacientes (92%) regresaron a sus actividades básicas en menos de 2 semanas; 35 pacientes (73%) de los 48 pacientes con empleo regresaron a trabajar dentro de las primeras 2 semanas postoperatorias, en comparación con 7 pacientes (29%) de 24, operados por cirugía abierta, quienes regresaron a sus actividades dentro las primeras 3 semanas postoperatorias y solamente 3 de ellos (14%) de las 21 personas con empleo regresaron a trabajar dentro de las 3 primeras semanas; los costos por hernioplastía laparoscópica unilateral fueron de \$3,094 Dls con un tiempo quirúrgico de 81 minutos, en la hernioplastía laparoscópica bilateral \$3,774 Dls con un tiempo quirúrgico de 110 minutos, en comparación con la hernioplastía abierta unilateral \$1,990 Dls con un tiempo quirúrgico de 69 minutos.

En el drenaje laparoscópico de linfocelos después de trasplante renal, se informa un costo de \$7,400 Dls, en comparación con el drenaje abierto de \$10,500 Dls.

La cirugía endoscópica es considerada como el primer consumidor real inducido por los avances médicos, se estima que de 30 a 70% de toda la cirugía ginecológica realizada por laparotomía, puede ser realizada por laparoscopia. En años recientes se ha demostrado su utilidad en el diagnóstico y tratamiento de la esterilidad de origen tubárico, embarazos ectópicos y neoplásias ováricas. El dolor pélvico es la indicación mas frecuente para laparoscopia.

Actualmente 2 de cada 3 de las histerectomías se realizan por la vía abdominal y aproximadamente un tercio por vía vaginal. La histerectomía laparoscópica

ha documentado ser un procedimiento seguro, con menor dolor y con un corto periodo de recuperación. En un estudio se compararon 3 técnicas, la histerectomía abdominal, vaginal y laparoscópica asistida vaginalmente, se evaluaron 30 pacientes en cada uno de los procedimientos e informaron que el costo de hospital fue de \$4,926 Dls, \$4,868 Dls y \$7,161 Dls respectivamente, mientras que los cargos promedio por uso de quirófano e instrumental requerido fueron de \$716 Dls, \$676 Dls y \$2,468 Dls respectivamente, la estancia hospitalaria fue de 3.3 días en la histerectomía abdominal, 3 días en la vaginal y de 2 a 3 días en la histerectomía laparoscópica asistida vaginalmente. En otras series se informa un costo de hospital de \$6,552 Dls en la histerectomía abdominal, \$6,431 Dls en la histerectomía laparoscópica asistida vaginalmente y de \$5,869 Dls en la histerectomía vaginal, con estancia promedio de 68 horas., 44 horas y 43 horas respectivamente.

Las histerectomías abdominales han disminuido de 65% a 36%, la histerectomía laparoscópica se ha incrementado 12 a 45% y la histerectomía vaginal ha disminuido de 23 a 19%.

La histeroscopia es una técnica diagnóstica precisa rápida y de bajo costo. El manejo del embarazo ectópico tubárico por laparoscopia es efectivo y seguro, repercute en una menor estancia hospitalaria, menores costos y una rápida reintegración a las actividades; así mismo se ha documentado el costo beneficio en estudios aleatorios de la cirugía laparoscópica sobre la laparotomía en el tratamiento del embarazo ectópico.

La anastomosis tubárica, combinada con laparoscopia y minilaparotomía, ha mostrado buenos resultados en una serie de 40 pacientes, se registró un tiempo

quirúrgico de 1.7 horas con sangrado de 20 ml., tiempo de recuperación de 3.2 horas, así como un egreso hospitalario el mismo día del evento quirúrgico en el 93% de los casos. Del total de pacientes, 60% tuvieron embarazo y 8% embarazos ectópicos, el costo promedio fue de \$ 5,200 Dls.

El abordaje laparoscópico de las masas anexiales es igualmente seguro y con mayor costo beneficio. La ooforectomía laparoscópica y la resección de quistes ováricos ofrecen beneficios mayores, que incluyen la reducción de costos, disminución de la estancia hospitalaria y un menor período de convalecencia. La tasa de complicaciones es similar o más reducida comparada con otras modalidades de tratamiento.

La cirugía endoscópica en el tratamiento de la endometriosis, reduce la morbilidad así como los costos cuando se compara con la variante abierta.

En lo que respecta a cirugía urológica, se ha visto un mayor tiempo quirúrgico y un mayor costo, no obstante la disminución de la morbilidad así como del período de convalecencia justifican su uso.

Como planteamos en alguna de nuestras interrogantes al principio de este capítulo, existen factores que incrementan el costo de la cirugía endoscópica, así como también existen factores que disminuyen su costo, mismos que se muestran en el cuadro 1.

**Cuadro.1. Factores Determinantes en el Impacto Económico de la Cirugía Endoscópica.**

<b>Factores que incrementan</b>	<b>Factores que disminuyen</b>
Instrumental desechable	Instrumental reusable
Inseguridad del cirujano	Destreza del cirujano
Renta del equipo	Disminución en renta del equipo
Criterio de conversión deficiente	Disminución del tiempo quirúrgico
Tiempo quirúrgico prolongado	Ausencia de complicaciones
Iatrogenias	Calidad de instrumental y equipo
Calidad de instrumental y equipo	Buen ambiente hospitalario
Ambiente hospitalario deficiente	Menor tiempo de hospitalización
Tiempo de hospitalización largo	Reincorporación temprana al trabajo
Reincorporación tardía al trabajo	Adecuada selección del paciente
Inadecuada selección del paciente	Criterio de conversión satisfactorio

**1.5.-Ambiente Hospitalario Ideal en Cirugía Endoscópica.**

Para llevar a cabo los procedimientos endoscópicos adecuadamente, se necesita cumplir con algunos requisitos, mismos que mencionaremos a continuación:

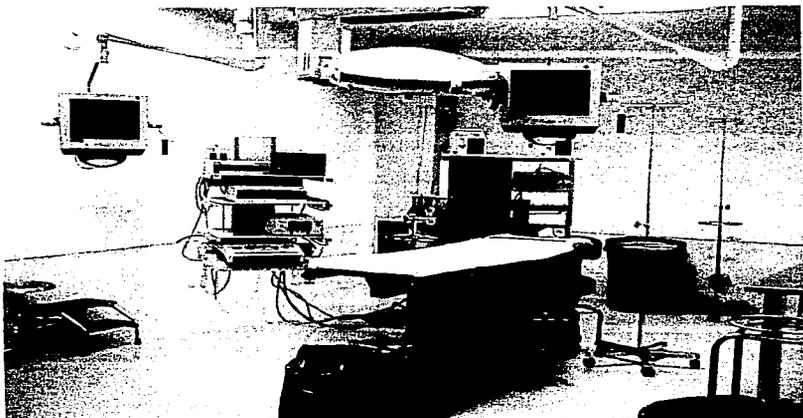
**Capacitación.**

Todo el personal involucrado (médicos, enfermeras y técnicos especialistas en equipo biomédico) con el desarrollo de la cirugía endoscópica debe estar

altamente capacitado y actualizado. Idealmente el Centro Hospitalario debe contar con un área de cirugía experimental, donde todo el equipo quirúrgico pueda llevar a cabo las prácticas necesarias en modelo experimental vivo y de esta manera, lograr una adecuada integración para el momento en que se realice en un ser humano. Esta misma área experimental será la sede de la actualización de todo el personal involucrado, así como de la creación de protocolos de investigación.

### **Quirófanos.**

El quirófano ideal debe contar con el espacio suficiente y el equipamiento necesario para realizar cualquier procedimiento endoscópico, sin pérdida de tiempo y sin necesidad de movilizar equipo y recursos humanos, así mismo debe permitir realizar cirugía convencional en caso necesario; para lo anterior son necesarias las siguientes características: suficiente amplitud para la movilización adecuada del personal y de los equipos dentro del quirófano, ya que de lo contrario se disminuirá la eficiencia y el desenvolvimiento del quirófano, así como del personal que allí labora (vease figura 1). El quirófano debe permitir una fácil movilización de los brazos articulados y de los monitores que se encuentran colocados en el techo del quirófano, pudiéndose adecuar al campo quirúrgico, ya sea por la parte superior o inferior; en estos brazos se montan los equipos de endoscopia, 2 cámaras de 3 chips, 2 fuentes de luz automática, 2 monitores de 19", 1 insuflador de alto flujo, 1 rasurador artroscópico y 1 microdebridador, para de esta manera poder realizar cualquier procedimiento endoscópico. El quirófano, debe contar con



**Figura.1. Quirófano ideal para cirugía endoscópica, amplio y con el equipamiento adecuado.**

una cámara en medio de las 2 lámparas quirúrgicas para poder transmitir la señal a las aulas del hospital, al auditorio o en su defecto ser transmitida con fines didácticos a otras instituciones. En la pared lateral debe ir montado un comando con todo el equipo de edición, una consola de control de señales de video, una videocasetera, una videoimpresora y un monitor; a este comando se le llama estación técnica y sirve para poder controlar y editar las señales de entrada y salida. Obviamente los quirófanos deben contar con un buen equipo de anestesia, con máquinas altamente equipadas que permitan el monitoreo invasivo y no invasivo, capnografía, oximetría, bombas de infusión y tomas de aire oxígeno y óxido nítrico. Por último, el quirófano debe contar con

celdillas de luz en la parte inferior de las paredes, para permitir la visibilidad cuando las luces se encuentran apagadas, así mismo debe contar con una adecuada instalación eléctrica, ya que el equipo genera una gran demanda de energía.

### **Estudios de Imágen**

Algunos procedimientos endoscópicos requieren apoyo radiológico o ultrasonográfico transoperatorio, el quirófano ideal debe contar con equipos semiportátiles para cubrir estas necesidades y en un futuro probablemente sea necesario hacerlo compatible con otras tecnologías como la TAC o RMN.

### **Mesa Quirúrgica.**

Los modelos recientes incluyen versiones eléctricas que permiten una gran variedad de posiciones, cuando se prevea el uso de posiciones extremas se debe buscar la forma de sujetar al paciente para evitar su deslizamiento, así como posibles lesiones. El ángulo de apertura entre las piernas del paciente debe ser suficiente para aceptar una persona en posición de maniobra, pero sin que esto condicione ninguna lesión nerviosa de las extremidades inferiores.

### **Servicio Técnico.**

La cirugía endoscópica requiere de mayor apoyo técnico que la cirugía convencional, por lo que siempre debe contarse con personal técnico especializado en el manejo y mantenimiento de los equipos endoscópicos y así mismo, estar disponibles en todo momento contando con los recursos

necesarios para resolver cualquier adversidad en el funcionamiento del equipo. Otros equipos como el laser o el litotriptor son de gran utilidad y su adquisición deberá considerarse de acuerdo con el costo beneficio. Todo el personal de enfermería presente en el quirófano, debe estar familiarizado con la técnica quirúrgica así como con el manejo del equipo e instrumentación del procedimiento. Todo lo anterior repercutirá a favor de una mayor integración del equipo quirúrgico, con la consiguiente disminución del tiempo y mejoría del resultado final.

#### **Comité de Cirugía Endoscópica.**

Este departamento será el encargado de regular el funcionamiento ético, técnico y administrativo de la cirugía endoscópica dentro del hospital, así mismo regulará la capacitación y la licitación del personal médico y paramédico que desee incorporarse a las actividades de la cirugía endoscópica. También deberá promover la capacitación y actualización del personal, así como la creación de protocolos de investigación.

#### **1.5.1.-Equipo de Cirugía Endoscópica.**

A continuación hablaremos acerca del equipamiento básico utilizado en cirugía endoscópica.

### **Videocámara.**

Esta fue desarrollada en 1986, trabaja con microchips de uno ó tres chips, fue adaptada al equipo de cirugía endoscópica en 1987. Está integrada por un control de cámara y una cabeza de cámara que se encarga de enviar las señales a un procesador de imágenes. La unidad de control de cámara tiene las siguientes características: a)fotosensibilidad, pureza de imágenes nítidas y riqueza de contrastes; b)estabilidad de color y fidelidad cromática. c)Protección electromagnética contra interferencias; d)regulación de calor; e)Facilidad de servicio y de cambio de cableado.

La cabeza de la cámara tiene por su parte las siguientes características: a)pequeña y ligera; b)pulsador de operaciones seguro; c)sensor de imágenes a color resistentes contra soluciones desinfectantes; d)cable de 3.5 a 4 metros (distancia aprobada para mantener suficiente distancia entre el campo quirúrgico estéril y el quipo no estéril), sumergible en solución desinfectante; e)enfoque automático y sellado hermético de la cámara.

### **Fuente de Luz.**

Los inicios de la fuente de luz como instrumento para cirugía endoscópica datan desde la antigüedad, donde evolucionó desde el reflejo de la luz solar, el mechero y es hasta 1960 en que se desarrolla la transmisión de luz fría de halógeno y actualmente de xenón. La luz sale de la fuente y se transmite a través de un cable de fibra óptica hacia el endoscopio y cuenta con las siguientes características: a)Control automático y manual de la intensidad de luz; b)control de horas de operación del foco; c)foco de larga vida, así como

fácil acceso y reemplazo; d) ventilador integrado; e) el cable de fibra óptica debe ser resistente, flexible y sumergible en solución antiséptica.

#### **Videomonitor.**

Está diseñado para operar sobre señales en circuito cerrado, el ideal es de alta resolución con 700 líneas por pulgada, en el monitor se observa la imagen final captada por el endoscopio y la videocámara, las características más importantes que presenta son: a) a mayor dimensión, menor resolución; b) control digital para ajuste de contraste, brillo y color.

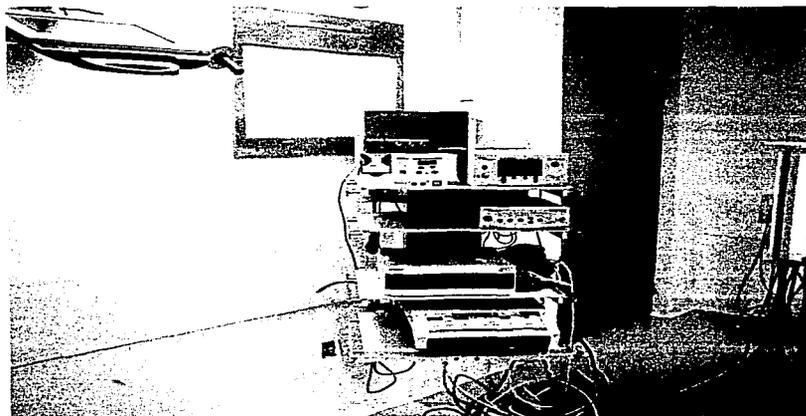
#### **Videograbadora .**

Tiene la función de grabar en una cinta magnética de alta resolución, se puede utilizar una videograbadora doméstica con la desventaja de que no graba en alta resolución, actualmente existen quemadores que almacenan la imagen en CD.

#### **Insuflador.**

Después del equipo de video, uno de los componentes más importantes de cirugía endoscópica es el insuflador de gas. Este como su nombre lo indica se usa para crear el neumoperitoneo, permitiendo introducir y mantener el gas en la cavidad abdominal a un flujo, volumen y presión constantes. Tiene integrado un tanque portátil de gas ( $\text{CO}_2$ ) a una presión de 900Psi. Sus características más relevantes son: a) sistemas y circuitos de seguridad de operación independientes; b) sistemas de alarma de funcionamiento, presión

intrabdominal y dispositivo de seguridad para el mantenimiento del neumoperitoneo; c) dispositivo de alarma óptico y acústico en caso de presión de neumoperitoneo excesiva ( $>30$  mmHg); d) mando y control automático de todo el proceso de insuflación; e) margen de presión y flujo de gas; f) Indicador de consumo de gas durante el procedimiento; g) Indicador de contenido de gas y señal de recarga; h) mantenimiento y reparación accesibles (figura 2).



**Figura 2. Insuflador de CO<sub>2</sub> (parte de arriba), fuente de luz (parte media) y unidad electroquirúrgica (parte inferior).**

### **Unidad Electroquirúrgica.**

Existen dos modalidades de proporcionar corte y coagulación con la unidad electroquirúrgica, que son el monopolar y el bipolar. El monopolar funciona como un electrodo positivo por el que penetra la corriente, misma que actúa en el sitio y regresa a través del polo negativo (placa). El bipolar es una pinza que posee los dos polos (uno en cada rama de la pinza), por donde fluye la corriente de una rama a otra, actuando sobre el tejido que toma la pinza. Sus características más representativas son: a) funcionamiento monopolar ó bipolar integrado por una unidad de control; b) compacto, ligero y de alta potencia; c) indicador acústico de operación.

### **Hidrodiseector.**

Permite irrigar solución a presión por medio del uso de un tanque de CO<sub>2</sub> y succionar líquidos de la cavidad, sin necesidad de cambiar instrumentos. Actualmente existe un motor desechable y compacto que funciona como irrigador.

### **Sistema Tridimensional.**

Este sistema de video, incorpora dos sistemas ópticos, los cuales transmiten dos videoimágenes diferentes a través de una cámara tridimensional. Para poder percibir estas imágenes se necesitan unas gafas tridimensionales, que modifican la polaridad de los cristales de modo que las imágenes tomadas son percibidas por el cerebro como una imagen estereoscópica.

## **2.-Indicaciones y Contraindicaciones de Cirugía Endoscópica.**

Como se mencionó en el capítulo de antecedentes históricos, la cirugía endoscópica trajo consigo una gran evolución, no obstante, en un principio fueron introducidas un gran número de técnicas poco controladas, por lo que debemos ser cautos y diferenciar entre los procedimientos "que se deben hacer" y los "que se pueden hacer". Por lo anterior podemos formar 3 categorías, de procedimientos, que son: a) los considerados como terapia de choque ó como una opción razonable; b) aquellos técnicamente factibles de realizar, pero que no han tenido gran difusión y por lo tanto poca aceptación; c) aquellos procedimientos no aceptados actualmente.

Los objetivos que deben cumplirse para ser catalogados en uno u otro grupo, consisten en: que sean reproducibles fielmente al igual que las realizadas con técnica abierta; que sean procedimientos fácilmente reproducibles por otros cirujanos y que los resultados con esta forma de abordaje sean similares ó mejores a los realizados con técnica abierta.

La colecistectomía fue el primer procedimiento considerado como aceptado y no se conoce ninguna otra técnica que haya tenido tanto impacto en la comunidad quirúrgica, dadas las diferencias tan importantes que consisten en recuperación más rápida y menores costos.

La colecistectomía laparoscópica debe utilizarse en todos los casos de litiasis biliar no complicada, es decir aquel grupo de pacientes con cólicos biliares ó dispepsia biliar, en los que no existen datos actuales ó pasados, indicativos de coledocolitiasis, colecistitis, pancreatitis ó fistula biliodigestiva. En litiasis

biliar complicada con colecistitis aguda el papel de la cirugía endoscópica permanece controvertido, ya que los cambios inflamatorios alteran la anatomía, dificultan la disección y por ello se ha descrito mayor morbilidad. Por otra parte, la falta de disponibilidad de recursos cuando la cirugía se realiza a deshoras también repercute en la morbilidad. Por lo anterior cabría indicarse en estadios muy precoces de inflamación, asumiendo la posibilidad de una mayor tasa de conversión a cirugía abierta.

En coledocolitiasis, el tratamiento endoscópico no está definido ni aceptado, aunque es factible realizar la extracción de los litos por vía transcística con coledoscópio, canastillas de Dormia, por coledocotomía y cierre sobre tubo Kehr ó incluso coledocoduodenostomía. Se ha preconizado sin embargo, el uso de CPRE con esfinterotomía en el preoperatorio (por comodidad) ó transoperatoria, cuyo uso no está muy bien difundido, si bien los resultados son alentadores, este recurso no está disponible en la mayoría de los hospitales y se necesita un intenso entrenamiento por parte del endoscopista para lograr un buen grado de acertividad. En los casos de fistula biliodigestiva puede hacerse pero no es aconsejable.

La laparoscopia diagnóstica antecede a la colecistectomía laparoscópica, esta técnica evita laparotomías innecesarias en pacientes inmunocomprometidos, en los cuales una laparotomía sería una fuente potencial de infección y morbilidad, así mismo facilita la estadificación de tumores y es muy útil en el diagnóstico de muchas patologías abdominales urgentes, que además pueden resolverse por esta vía en manos expertas, de forma rápida y segura con mínimas secuelas. También está indicada para valorar pacientes con dolor abdominal agudo, en los cuales los datos clínicos y de laboratorio no son

suficientes para emitir un juicio clínico adecuado, de esta manera se puede diagnosticar el cuadro clínico en el 80-99% de los casos y resolverse por esta vía en caso de que fuera factible; tal es el caso de la apendicitis aguda, que aunque ciertamente no tiene grandes ventajas sobre la variante abierta, si las tiene en caso de apendicitis con peritonitis; el abdomen agudo de origen ginecológico por sangrado ovulatorio, embarazo ectópico, etc, son otras de las indicaciones. La obstrucción intestinal no representa siempre una indicación para laparoscopia diagnóstica (ya que la distensión de las asas intestinales dificulta la visión endoscópica), salvo los casos en los que existe mínima distensión abdominal y se sospeche la presencia de bridas como etiología del cuadro.

La resección laparoscópica del colon, es técnicamente factible tanto en enfermedades benignas como malignas. La duda surge en el uso de esta técnica como tratamiento definitivo del cáncer, debido a que se han detectado implantes en los orificios de los trócares, especialmente en los cánceres de ovario. Si bien la causa de dichos implantes no es clara, pueden contribuir las células transportadas por partículas de gas durante el procedimiento, los instrumentos quirúrgicos ó una mala técnica quirúrgica; todo esto contribuyó a apagar el entusiasmo inicial. Existen actualmente grupos de estudio, los cuales han informado que la causa más probable de los implantes neoplásicos son los instrumentos utilizados; si bien, si está establecido que la cirugía abierta es mas permisiva que la cirugía laparoscópica en relación a los implantes neoplásicos en la pared abdominal, la cirugía endoscópica quedaría reservada para los pacientes con estadio I-II (tumores que no afectan la serosa) y en los pacientes con estadio IV (tumor avanzado), en los que se considere la cirugía meramente paliativa. La cirugía por patología benigna de colon o intestino

delgado, es una buena indicación para cirugía endoscópica en el cirujano experimentado en cirugía endoscópica avanzada. El manejo de la enfermedad intestinal inflamatoria (CUCI y Crohn) ha supuesto una disminución importante en la morbilidad por la herida de laparotomía.

La apendicectomía endoscópica, es una técnica de transición entre la laparoscopia diagnóstica y procedimientos avanzados, sin embargo, sus beneficios no son tan claros, probablemente por su escasa aplicación o falta de universalización. En pacientes obesos sí existen francos beneficios por las escasas complicaciones de la herida quirúrgica y el menor dolor postoperatorio, así mismo, en caso de peritonitis existe una ventaja con la técnica endoscópica, que es el poder lavar completamente la cavidad abdominal.

El tratamiento endoscópico de la enfermedad por reflujo gastroesofágico ha recibido una amplia atención, aceptación y difusión. Las técnicas antireflujo se reproducen de igual forma a los que se hace en cirugía abierta, hasta el momento los resultados clínicos y funcionales son similares a mediano y largo plazo, con una menor incidencia de morbilidad de la herida quirúrgica y desde luego con los beneficios del abordaje endoscópico. La pregunta ahora está en decidir si la terapia médica a corto y mediano plazo puede ser sustituida por técnicas laparoscópicas ó endoluminales, las que han hecho su aparición recientemente.

Otras técnicas aceptadas son la esplenectomía y la extirpación de ganglios para biopsias, ambas requieren de un cirujano ampliamente capacitado. La esplenectomía se puede realizar y se ha aceptado como técnica recomendable

para enfermedades hematológicas, así como para algunos tumores benignos y malignos. No es aconsejable realizarla en el caso de una ruptura esplénica traumática donde se curse con inestabilidad hemodinámica. La limitación que representa el tamaño de la víscera se ha reducido con el uso de embolización preoperatoria, no obstante, esto repercute en un mayor costo por lo que su relación con los beneficios está aún por determinarse.

En cuanto a patología pancreática se ha utilizado para la estadificación de tumores, drenaje de pseudoquistes y para realizar derivaciones biliodigestivas con carácter paliativo en patología oncológica. También se ha llegado a utilizar en resecciones pancreáticas distales y cefálicas por distintas patologías, no obstante, la poca incidencia de estas entidades hace que la experiencia sea muy limitada, por lo que hay que tomar esto con reserva, ya que como menciona Soper "puede representar el triunfo de las habilidades técnicas sobre el sentido común".

La hernioplastia inguinal es y seguirá siendo objeto de controversia, algunos cirujanos argumentan que es una patología que puede intervenir con anestesia local ó regional y en forma ambulatoria. Sus principales indicaciones son en el caso de hernias inguinales bilaterales ó en el caso de hernias recidivantes en varias ocasiones tratadas inicialmente con un abordaje convencional.

Otras técnicas son la adrenalectomía, la cual se está popularizando, queda indicada en el caso de feocromocitomas controlados en forma preoperatoria, adenomas no funcionantes, aldosteronomas, adenoma corticosuprarrenal (Cushing) y en el caso de carcinomas cuando no hay evidencia de invasión

tumoral. Así mismo existen reportes de nefrectomía asociada con adrenalectomía e incluso nefrectomías para trasplante.

Existen otros procedimientos que se pueden realizar por vía endoscópica, no obstante, la escasa frecuencia con que se realizan, impiden la estandarización de las mismas, así como la realización de grandes estudios prospectivos; estos procedimientos son: la pancreatectomía distal, colecistoyeyunostomías, exploraciones de vía biliar con extracción de cálculos y coledocotomías, cirugía de úlcera duodenal (vagotomía, piloroplastía, seromiotomía), resecciones gástricas parciales por cáncer, tratamiento del prolapso rectal, esofagectomía, cardiomiotomía. Igualmente las lesiones sólidas hepáticas pueden ser tratadas por vía endoscópica, También las lesiones quísticas parasitarias como el quiste hidatídico (si este es univesicular, periférico y superficial) ó la fenestración de una enfermedad poliquística hepática. Las lesiones sólidas hepáticas, también han sido abordadas por esta vía, no obstante, se requiere de un gran tiempo quirúrgico, gran destreza y se asocia a complicaciones severas como ruptura de las venas suprahepáticas, cava inferior, así como embolismo gaseoso, por lo que se requiere de una gran infraestructura y capacitación.

En lo que respecta al trauma abdominal, la laparoscopia mantiene una pugna con el USG, la TAC y el lavado peritoneal diagnóstico. Básicamente, habría que seleccionar a los pacientes hemodinámicamente estables, los que no presentan lesión intrabdóminal, los que tienen trauma abdominal cerrado con examen físico no concluyente, heridas por arma de fuego tangenciales, aplicación de suturas o selladores en pacientes con laceraciones esplénicas, hepáticas ó desgarras mesentéricos. Obviamente lo anterior tiene una gran limitación

como lo es la necesidad de un paciente hemodinámicamente estable, bajo anestesia general y con limitación de visión en territorios retroperitoneales.

Cusieri realizó un estudio multicéntrico prospectivo, en el cual confirmó la superioridad de la laparoscopia sobre el lavado peritoneal como indicador de la necesidad de una laparotomía urgente, sin embargo, estos resultados no han podido ser validados en otras instituciones, por lo que la laparoscopia en trauma queda en segundo sitio y cada vez más desplazada por el ultrasonido convencional.

La obesidad mórbida, también es susceptible de tratamiento con técnicas de invasividad mínima, por ejemplo, la colocación de una banda gástrica de silicón crea un reservorio gástrico, limitado el tamaño y volumen del mismo, sin embargo, la evaluación a largo plazo, así como las posibles complicaciones están por determinarse. Así mismo, pueden realizarse otros tratamientos para la obesidad mórbida, como son la gastroplastía y el By-Pass gástrico.

Existen reportes anecdóticos de tratamiento de aneurismas abdominales y By-Pass aortoiliaco, sin embargo, se requiere de cirujanos altamente capacitados y estos reportes son casos aislados y altamente seleccionados.

Dentro del campo de la cirugía endocrina, ya se han realizado resecciones de glándulas tiroides y paratiroides, no obstante, a pesar de contar con buenos resultados, queda pendiente aún la estandarización de las técnicas que permitan dar un seguimiento formal y menos anecdótico. Existe también cirugía estética y oncológica (toma de biopsia) de las glándulas mamaria.

Las indicaciones de toracoscopía se dividen en diagnósticas y terapéuticas, así mismo se han desarrollado una gran variedad de técnicas, cuyo valor real está por determinarse. Al igual que con la cirugía abdominal, muchas técnicas han demostrado un mejor perfil respiratorio postoperatorio, recuperación más rápida y menor dolor postoperatorio. Las principales indicaciones se resumen en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Principales Indicaciones Diagnósticas y Terapéuticas de Toracoscopía.**

<b>Diagnósticas</b>	<b>Terapéuticas</b>
Derrame pleural	Biopsia pleural
Neumotórax	Drenaje de derrame pleural
Trauma contuso y penetrante.	Pleurodesis
Nódulos pulmonares solitarios	Adhesiolisis pleural
Estadificación de tumores	
Perforaciones esofágicas	

Finalmente el terreno de la cirugía endoscópica se completa con las técnicas quirúrgicas realizadas por los ortopedistas y otorrinolaringólogos (cirugía de senos paranasales), los cuales trabajan en pequeños espacios. Se puede prestar a controversia si un determinado procedimiento endoscópico, es mas adecuado que un procedimiento abierto en alguna patología, pero actualmente la única contraindicación absoluta para cirugía endoscópica con neumoperitoneo es la **malformación arteriovenosa cerebral.**

### **3.-Técnica con Neumoperitoneo.**

#### **3.1.-Instrumentación.**

Existe una gran variedad de instrumentos en la práctica de la cirugía endoscópica, tanto reciclables como desechables, en esta sección hablaremos de los más importantes, así como de sus principales características, ya que es de utilidad para el anestesiólogo estar familiarizado con ellos, debido a que el uso de cada uno de estos puede tener un riesgo potencial de lesión al paciente en determinado momento durante el acto quirúrgico.

#### **Características del Material Reusable.**

El material reusable, debe estar cubierto con aislante para ser compatible con el uso de una unidad electroquirúrgica, para recubrirlo se emplea un procedimiento de pulverización para lograr una adherencia firme y homogénea el material aislante; además con este recubrimiento se prolonga la vida útil al rechazar la humedad, aunque el instrumento está hecho de acero inoxidable.

La elección del endoscopio depende del procedimiento que se va a realizar, los endoscopios rígidos son instrumentos que combinan ciertas características del telescopio, microscopio y lente objetiva. Los laparoscopios pueden ser de 0 ó 30 grados (los mas comunes) , pero también existen de 45,70 y hasta 90 grados; así mismo los hay desechables ó reusables.

### **Telescopio Flexible**

En la actualidad el telescopio miniatura, es una gran avance en el diseño de instrumentos en cirugía endoscópica, ya que tiene las siguientes características: diámetro de 0.5 mm, totalmente flexible, impermeable al agua, esterilizable en gas, conexiones a la luz adecuadas y alta calidad óptica.

### **Aguja de Verres**

Se utiliza para crear el neumoperitoneo al inicio del procedimiento, tiene una longitud de 120 a 150 mm de largo y un sistema de tres vías, el cual permite el control del paso del líquido o gas. Tiene la característica de ser una doble cánula acoplada (siendo la cánula interna roma y la externa afilada), para evitar la lesión visceral al momento de penetrar la cavidad abdominal. En la empuñadura la aguja tiene un resorte que permite que la cánula interna roma se retraiga al atravesar la aponeurosis abdominal.

### **Trócares.**

Son instrumentos cilíndricos, que son introducidos a través de las pequeñas incisiones abdominales para a través de ellos introducir un sin fin de instrumentos (pinzas, disectores, aspiradores, etc.). Cuentan con algunas características que se mencionan a continuación: a) Variedad de diámetros; b) diversos tipos de punta en cuchilla con camisa automática; c) punta piramidal con válvula de gas; d) superficie autoreflexiva; e) llave de paso para insuflación de gas; f) válvula automática que permite cambiar fácilmente el

instrumento sin pérdida considerable de gas. Los instrumentos afilados pueden despuntarse por fricción contra el trocar, para esto existe la válvula multifuncional, la cual puede liberarse manualmente cuando se introduce un objeto afilado y así evitar la fricción del mismo contra los componentes de la válvula, esto a su vez prolonga la vida útil del instrumental afilado. Existen trócares de flujo alto que permiten la insuflación de 15 a 20 L/min.

### **Pinzas y Tijeras.**

Son instrumentos desmontables, giratorios y aptos para autoclave, con tamaños que van de los 5 a 10 mm. Las pinzas cuentan con una palanca de bloqueo, que evitan que las mandíbulas cierren automáticamente, son fácilmente operables con una sola mano. Son accionadas por una varilla de empuje, que impone una carga menor al sistema y por lo tanto prolonga su vida útil. Pueden desmontarse en tres elementos: mango, vaina de aislamiento exterior y elemento metálico de trabajo. Cuentan con las siguientes características: a) montaje y desmontaje sencillo; b) tamaños de 5 y 10 mm con vainas de trabajo de 36 ó 43 cm de longitud; c) variedad de mangos; d) caras de corte afiladas; e) fácil limpieza.

Existen distintos tipos de pinzas, las de retención: cuentan con dientes automáticos, con largas mandíbulas para una óptima sujeción; Pinzas de extracción: cuentan con amplia apertura de las mandíbulas para sujetar órganos y tejidos; pinzas de punta agresiva: son pinzas concebidas para áreas de difícil acceso, la forma afilada permite plegar los órganos, los dientes afilados y la reducida superficie proporcionan una firme sujeción (figura 3)



**Figura 3. Diversos tipos de pinzas utilizadas en cirugía endoscópica.**

#### **Pinzas de Disección.**

**Disector recto:** las mandíbulas se abren ampliamente para apartar el tejido de las estructuras abdominales, las mandíbulas de perfil plano permiten una libre visión de tejido.

**Disector curvo:** Las mandíbulas largas y finas se curvan alrededor de las estructuras para proporcionar un mejor acceso y visibilidad, los dientes atraumáticos en los extremos engranan y facilitan una eficiente separación del tejido.

**Pinzas de Allis:** los dientes de esta pinza facilitan una sujeción firme y son útiles para mover tejidos.

**Pinzas Babcock:** son pinzas atraumáticas que no perforan los órganos delicados, cuentan con mandíbulas largas y ligeramente curvas que facilitan la sujeción.

**Portaesponjas:** se utilizan para disección separadora.

**Pinzas de Koln:** tiene la función de aprisionar la vesícula biliar ya separada.

**Pinzas de cucharilla:** se usan para litotripsia y extracción de cálculos biliares.

**Tubo de succión:** es un tubo para aspiración que cuenta con una cestilla protectora en el extremo distal, que impide la aspiración de fragmentos que de otro modo podrían obstruir el tubo de aspiración.

Existen mangos que se adaptan para funcionar como portagujas y pinzas de sutura.

### **Manipuladores Uterinos.**

**Elevador uterino:** se introduce vía vaginal para manipular el útero y de esta manera colocar al útero en retroversión, levantar el epiplón superpuesto, hacer más visible los anexos y empujar el intestino.

**Pinzas de control uterino:** se utiliza para manipular el útero grávido recién evacuado, donde el endometrio esta reblandecido y se puede lesionar si se usa el manipulador uterino.

**Instilador uterino:** es un manipulador con la capacidad de instilar material colorante, como azul de metileno hacia las tubas uterinas; útil en cirugía tubárica de infertilidad.

**Instrumental de canulación:** cuando existe necesidad de canular el conducto cístico para realizar colangiografía transoperatoria, se pueden usar unas pinzas especiales como las de Reddick, las cuales permiten el paso de un catéter por su interior y al salir este por su extremo distal, se puede canular el conducto cístico.

**Dilatadores de cístico:** son catéteres provistos en su extremo distal de un globo, el cual se insufla para dilatar el conducto cístico.

**Tijeras:** además de las características de aislamiento, también puede cambiarse el extremo cortante para hacerse recto, curvo, en pico de loro ó en bocado fino. Son los instrumentos que tienen una vida útil más corta, pues pierden su filo con facilidad.

**Instrumental de separación:** al inicio de la cirugía endoscópica no se necesitó el uso de separadores, no obstante con el desarrollo de nuevas técnicas se tuvieron que diseñar algunos, el más utilizado es el de tipo abanico de 5 o 3 dedos con diámetro de 10 mm, este se introduce por el trocar y una vez adentro se abren los dedos para proveer mayor superficie de contacto.

**Portagujas:** es un instrumento que cumple con una función primordial en la cirugía endoscópica, prácticamente se pueden hacer suturas en todos los tejidos que se requiere, aunque no con tanta facilidad como con la técnica

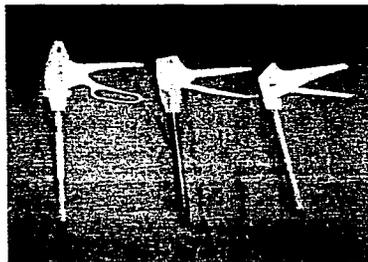
abierta. Son de 5 mm de diámetro con diferentes mecanismos de agarre, que van desde el resorte hasta la cremallera. Existen otros 2 instrumentos indispensables para ligar, que son el deslizador de nudos y las endoasas, el primero es un instrumento que permite hacer el nudo extracorpóreo para posteriormente deslizarlo hasta el tejido. Las endoasas por su parte son un tubo con un nudo prefabricado en su extremo distal, el cual se puede apretar al empujar el tubo.

Endostitch: es un instrumento de 10 mm que nos permite hacer suturas de forma fácil y económica, ya que nos proporciona las siguientes ventajas: a) evita las dificultades y el peligro de introducir la aguja a través del trocar; b) evita el anudado laborioso y las molestias de colocar la aguja en el portagujas; c) amplia variedad de materiales y calibres de sutura.

Morcelador electromecánico: en ocasiones el extraer una masa grande de tejido, como en el caso de un mioma puede ser tardado, laborioso y requerir ampliación de la incisión quirúrgica. El morcelador, consta de un tubo cortante accionado por motor, que se puede introducir en el abdomen directamente sin un trocar auxiliar. Se programa el número de revoluciones deseadas y se activa por medio de un pedal interruptor. Para extirpar el tejido, se introducen en el abdomen a través del tubo cortante, unas pinzas de garras con las que se toma el tejido, se retraen entonces las pinzas y se oprime el tejido contra la arista cortante del morcelador girante. Se puede cortar un bloque de tejido cilíndrico y retirarlo a través del tubo, incluso grandes cantidades de tejido pueden extraerse así en el lapso de pocos unos minutos. Gracias a su acción cortante no destruye los tejidos por lo que se pueden enviar con toda confianza los tejidos a patología.

**Instrumento multifunciones (irrigación-aspiración):** este además del dispositivo irrigación aspiración, cuenta con un canal auxiliar por el que puede introducirse una gran variedad de instrumentos de 5 mm (corte, disección, coagulación). Con esto se tiene la ventaja de poder realizar aspiración e irrigación constante mientras se corta ó disecciona un tejido; así mismo cuenta con un moderno sistema de válvulas que evita fugas importantes de gas mientras se cambia de un instrumento a otro.

**Aplicador múltiple de clips:** este se comercializó desde 1990, tiene su uso en diversas técnicas endoscópicas para realizar hemostasia, clipaje de estructuras y marcador radiográfico. Consta de una empuñadura reutilizable y una unidad de carga desechable que contiene 20 clips. Se debe dejar un mínimo de separación de 2 mm entre cada clip y no debe aplicarse sobre un tejido que no esta completamente disecado, ya que esto podría desalinearse la mandíbula del aplicador. Por otra parte se debe evitar el contacto del clip con el electrocoagulador, ya que esto podría ocasionar daño al tejido en la vecindad del clip (figura 4).



**Figura 4. Aplicador múltiple de clips "Endoclip".**

**Engrapadoras circulares:** se utilizan para realizar anastomosis término-terminales, colocan una doble fila de grapas a lado de una línea de corte.

**Engrapadora de 45 mm:** está diseñada para transecciones de tejido y anastomosis latero-laterales, así como término-terminales funcionales. Coloca 3 filas de grapas alternas (44 grapas), dejando una línea de grapado de 45 mm, a lo largo de una línea de corte de 41 mm. Además proporciona un cierre paralelo a lo largo de todo el disparo, lo cual permite que el cierre sea hermético para evitar fugas y dehiscencias.

Por ultimo, cabe aclarar que existen muchos otros instrumentos en cirugía endoscópica, sin embargo, la gran mayoría son derivados de los principales instrumentos que ya hemos mencionado.

### **3.2.-Manejo del Equipo y Técnicas de Insuflación-desuflación.**

En esta sección hablaremos sobre las técnicas de insuflación y desuflación así como de las generalidades sobre la operación del equipo de cirugía endoscópica.

La cámara que va utilizarse durante el procedimiento endoscópico debe ser ajustada con los siguientes elementos:

**Autoobturador (Shutter):** es un dispositivo electrónico que controla la cantidad de luz que recibe la cámara de forma automática ó manual. La cámara regula

la cantidad de luz de acuerdo a los movimientos que haga el camarógrafo, cambiando la velocidad del obturador.

**Ganancia (gain):** con este dispositivo, la cámara compensará la falta de luz en el campo de visión por medio de un switch cuando sea necesario.

**Balance de blancos:** cuando se activa esta modalidad de la cámara, esta mezclará los tres colores primarios, para crear un blanco uniforme tomando de referencia una superficie blanca que puede ser una gasa o una compresa. La cámara debe enfocarse sobre la superficie a una distancia no mayor a 10 cm ni menor a 5 cm. El objeto de esto, es adaptar la cámara a la temperatura de color de las diferentes fuentes luminosas.

**Foco:** en la cabeza de la cámara se encuentra un acoplador para el endoscopio y en este también hay una perilla que servirá para enfocar la imagen de acuerdo a las necesidades del cirujano.

**Fuente de luz:** Existen diferentes tipos de fuente de luz, que son las de halógeno, xenón, mercurio y arco.

La calidad de la luz que emita una fuente, dependerá de la temperatura de color de la misma, la temperatura de color de la luz de día es de 6500k con una potencia de 300 Wats, esta luz es una de las mejores, ya que el mercurio y el halógeno tienen un temperatura de color y potencia menores.

Actualmente se cuenta con fuentes de luz de 5000k con una potencia de 24 Wats, lo que significa que prácticamente se tenga una luz fría.

La luz se conduce desde la fuente al endoscopio a través de cables de fibra óptica, los cuales pueden calentarse y producir daño a la piel, por lo que ha de manejarse con cuidado.

### **Técnicas de Insuflación y Desuflación.**

Para crear el neumoperitoneo en el abdomen, será necesario utilizar un equipo que inyecte gas (insuflador), este equipo controla el gas que se suministra al paciente y se encargará de mantener la presión necesaria de acuerdo a la cifra programada. En un inicio se contaba con insufladores semiautomáticos, con un flujo de 6 litros por minuto, posteriormente se introdujeron los de 9 litros por minuto, y actualmente se encuentran disponibles insufladores automáticos y digitales con flujo de 15 y 30 litros por minuto. El gas que se emplea debido a su solubilidad y nula inflamabilidad es el CO<sub>2</sub>, además este puede eliminarse a nivel pulmonar. Existen insufladores que calientan el gas a 37 grados centígrados. Dentro de los parámetros que mide el insuflador se encuentran:

Presión del tanque de CO<sub>2</sub>: la lectura puede ser proporcionada en Bar ó PSI, así mismo indica con un área sombreada dentro del tablero, la presión óptima del tanque para realizar un procedimiento, en el caso de que la lectura esté proporcionada en PSI, la presión óptima es de 700 PSI. Se recomienda que el tanque sea rellenado por una compañía especializada, esto prolongará su vida útil.

Presión intrabdominal: consta de dos lecturas, una que es la presión de insuflación deseada y otra que nos muestra la presión real de la cavidad abdominal. Cuenta con un dispositivo de seguridad, el cual emite una alarma

acústica si la presión intrabdominal excede los 30 mmHg; si la alarma es ignorada se detiene la insuflación y entonces habrá que reiniciar el equipo para continuar con la insuflación. Así mismo existen insufladores que cuentan con alarmas de baja presión.

**Flujo de CO<sub>2</sub>:** el insuflador cuenta con dos lecturas para el flujo de CO<sub>2</sub> , una marca la velocidad de flujo deseada (baja 1.5 L/min, medio 2.5 L/min, alto 9 a 15 L/min) y el otro indicador marca el flujo real, es decir, la cantidad de gas que el insuflador está mandando, la cual puede llegar a cero si no existe fuga dentro del sistema. El flujo de gas puede variar dependiendo del procedimiento, en una laparoscopia operatoria se necesitarán flujos altos (9 litros por minuto ó mas), mientras que en la laparoscopia diagnóstica bastará con un flujo bajo (hasta 6 litros por minuto)

**Volumen en litros:** Mide los litros de CO<sub>2</sub> que el insuflador ha mandado en total a la cavidad abdominal, pudiendo regresarlo a cero al terminar el procedimiento.

**Salida de CO<sub>2</sub> hacia el paciente:** a esta salida se le conecta la manguera que va hacia el paciente, dicha manguera puede tener adaptadores que son de tipo *Luer lock ó Pin Index*, en algunos casos la manguera no tiene adaptador y este viene incluido con el insuflador. Cuando se emplean mangueras reusables y han sido desinfectadas en solución, quedan residuos en el interior, por lo cual deberá purgarse haciendo pasar CO<sub>2</sub> a través de ella, de lo contrario el líquido contenido opondrá resistencia al paso de gas.

La insuflación de gas debe ser gradual para evitar cambios hemodinámicos súbitos, esto es especialmente importante en pacientes con enfermedades sistémicas graves. Así mismo, la desuflación debe ser gradual.

### **3.3.-Cambios Fisiológicos.**

Para los procedimientos de cirugía torácica y abdominal se requiere la insuflación de gas ( $\text{CO}_2$ ) para lograr una panorámica adecuada (neumoperitoneo/neumotórax), mismos que se muestran en la figura 5. Se ha intentado el uso de otros gases como el helio y el óxido nitroso, sin embargo el primero es insoluble en sangre lo que representa un peligro en caso de embolia gaseosa y el segundo es inflamable. El  $\text{CO}_2$  es el universalmente aceptado debido a su solubilidad en sangre, a que no es inflamable y durante su uso en cirugía puede utilizarse el laser o el cauterío con seguridad, además de que puede eliminarse a nivel pulmonar, sin embargo esto se acompaña de muchos cambios fisiológicos inherentes a la absorción de  $\text{CO}_2$  y a los efectos mecánicos relacionados con la insuflación, mismos que revisaremos a continuación debido a la repercusión que pueden llegar a tener en el resultado final del paciente y sobre todo en el manejo anestésico. Cabe señalar que existen otras formas de lograr una panorámica en algunas cavidades sin el uso de técnicas de insuflación, como el caso del retractor abdominal, y el uso de sustancias líquidas que se emplean en cirugía artroscópica.



Figura 5. Neumoperitoneo con CO<sub>2</sub>.

### 3.3.1.-Cambios Relacionados con la Posición del Paciente:

En varios procedimientos laparoscópicos se coloca al paciente en una posición que desplace las vísceras del campo quirúrgico por gravedad, dicho posicionamiento influye en los sistemas cardiovascular y pulmonar, la inclinación de la cabeza 10 a 20 grados hacia abajo se acompaña de un aumento del volumen sanguíneo central y de una disminución de la capacidad vital, la capacidad funcional residual (CFR) y de la excursión diafragmática, debido al desplazamiento cefálico del diafragma y de las vísceras abdominales, lo que ocasiona disminución de la complianza torácica y aumento de la resistencia de la vía aérea; cambios que pueden ser exacerbados por el neumoperitoneo. Por otra parte en la posición de Trendelenburg inversa mejora la mecánica pulmonar pero se deteriora el retorno venoso. Todos estos cambios a su vez son influidos por la condición física del paciente, la edad, cardiopatía concurrente, estado de volumen intravascular, fármacos anestésicos administrados, grado de inclinación y técnicas de ventilación. En el cuadro 3 que se presenta a continuación, se resumen los principales cambios en la mecánica pulmonar asociados al posicionamiento y a la insuflación de CO<sub>2</sub>.

**Cuadro 3: Cambios en la Mecánica Pulmonar Relacionados con el Posicionamiento e Insuflación de CO<sub>2</sub>.**

<b>AUMENTA</b>	<b>DISMINUYE</b>
Resistencia de vía aérea.	Capacidad funcional residual
Anormalidades V/Q	Distensibilidad pulmonar
Niveles de CO <sub>2</sub>	Capacidad vital
Presión intratorácica.	Excursión diafragmática

### **3.3.2.-Cambios Respiratorios:**

Desde que un paciente es sometido a anestesia general, se puede deteriorar la oxigenación debido a los efectos de los agentes anestésicos, desde que el paciente asume la posición en decúbito supino, la capacidad residual funcional (CFR) se reduce de 0.7 a 0.8 litros y se puede reducir otros 0.4 a 0.5 litros cuando el paciente está anestesiado, si la reducción de la CFR es más allá del volumen de cierre, se puede condicionar la formación de atelectasias. Se ha demostrado que con el neumoperitoneo se disminuye la oxigenación y se incrementa el índice de espacio muerto/volumen tidal.

El  $\text{CO}_2$  insuflado es absorbido rápidamente a través del peritoneo y produce un incremento del  $\text{CO}_2$  corporal total, lo cual condiciona un mayor trabajo respiratorio y en este punto, si la ventilación no se controla adecuadamente, el  $\text{CO}_2$  arterial se incrementará con la consiguiente hipercarbia y acidosis (figura 6). La absorción de  $\text{CO}_2$  en una cavidad cerrada depende de su grado de difusión y perfusión de las paredes de la cavidad y no del índice de insuflación de gas en la cavidad.

Durante los procedimientos de duración prolongada, grandes cantidades de  $\text{CO}_2$  son almacenados en grasa y músculo, y esto condiciona una carga de trabajo importante para el pulmón en el postoperatorio, si esto se combina con el efecto depresor respiratorio residual de los agentes anestésicos utilizados y la limitación de los movimientos respiratorios por dolor, puede conducir a acidosis respiratoria postoperatoria.

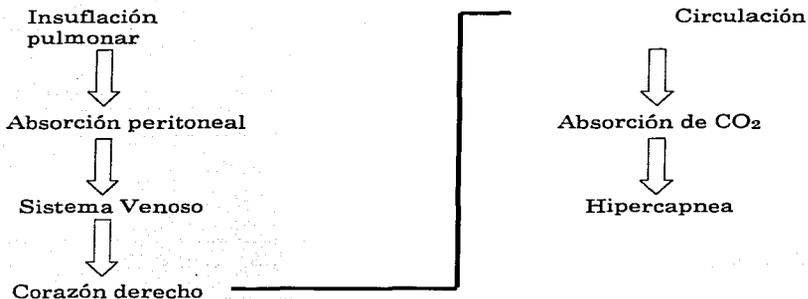


Figura 6. Cambios significativos de la función respiratoria durante neumoperitoneo.

A pesar de estos cambios rara vez los efectos del neumoperitoneo tienen efectos adversos en la función respiratoria postoperatoria, incluso cuando ha sido comparada la técnica laparoscópica con su equivalente de técnica abierta, se ha notado un menor deterioro pulmonar postoperatorio así como también una recuperación más rápida de la función pulmonar y menor índice de complicaciones postoperatorias.

### 3.3.3.-Cambios Cardiovasculares.

El grado de los cambios cardiovasculares al igual que los pulmonares, se encuentran influenciados por diversos factores, dentro de los que destacan: la posición del paciente, las presiones intrabdominales, los efectos neurohumorales del  $\text{CO}_2$  absorbido, el estado cardiovascular previo del

paciente, cardiopatía intercurrente, estado de volumen intravascular del paciente y drogas anestésicas utilizadas.

La mayoría de los autores, dentro de los que destacan Wahba y cols. así como Joris y cols., los cuales han publicado estudios de metaanálisis y experimentales, concuerdan que la insuflación de CO<sub>2</sub> se relaciona con disminuciones del índice cardiaco (IC) entre 35 y 40 % al inicio de la insuflación y después de 5 minutos se observa una disminución hasta del 50% de los valores basales. Se ha observado que este cambio es fásico y se observa gradualmente una mejoría del IC después de 10 minutos de haber realizado la insuflación. Este comportamiento fásico probablemente este mediado por el efecto vasodilatador arteriolar del CO<sub>2</sub> y por la acción vasodilatadora de los agentes anestésicos.

Con respecto a las presiones de llenado, inicialmente se reducen tanto la presión venosa central (PVC) como la presión de oclusión de la arteria pulmonar (POAP), a causa de la inducción anestésica y al posicionamiento en Trendelenburg inverso (Ti) (figura 7). posteriormente al iniciar la insuflación, se aumentan las presiones de llenado gradualmente y estos cambios están asociados a: los efectos mecánicos del CO<sub>2</sub> insuflado, al aumento de la presión intratorácica, así como al aumento de las resistencias vasculares sistémicas y pulmonares; estas últimas asociadas a la absorción del CO<sub>2</sub> y a la compresión de los vasos venosos de capacitancia y de resistencia arterial. En el sistema venoso sistémico, cabe señalar que cuando se tiene un neumoperitoneo menor de 10 mmHg se favorece el retorno venoso por la



**Figura 7. Posición de trendeleburg inverso en un paciente con neumoperitoneo, puede claramente observarse, que los miembros inferiores quedan por debajo del nivel de la cabeza, lo que disminuye el retorno venoso.**

autotransfusión de sangre proveniente de las venas abdominales y el gasto cardiaco incluso puede mejorar. En este punto es importante aclarar que el aumento de ambas presiones de llenado, no refleja habitualmente el estado de volémia del paciente.

La insuflación y absorción de  $\text{CO}_2$  puede ocasionar hipercarbia y acidosis respiratoria, la cual puede ocasionar depresión miocárdica y disminuir el umbral de arritmias, sobre todo si el miocardio ya está sensibilizado con el uso de anestésicos inhalados. Por otra parte como ya se ha mencionado, el  $\text{CO}_2$  se asocia a un aumento importante de las resistencias vasculares sistémicas

(RVS) y pulmonares (RVP), las cuales pueden incrementarse hasta en 65 y 90% respectivamente, lo anterior se debe a la compresión de la vasculatura arterial por una parte y por otra, se debe al efecto de las catecolaminas circulantes (adrenalina, noradrenalina y dopamina), liberadas como respuesta a la hipercarbía y al trauma quirúrgico; además, el CO<sub>2</sub> también tiene un efecto vasoconstrictor sobre la vasculatura pulmonar, además de estimular el sistema nervioso simpático que genera descarga adrenérgica. Existen también otras hormonas de estrés relacionadas con los cambios hemodinámicos, entre las que se encuentran la vasopresina, renina y aldosterona que pueden elevarse hasta en 400%.

Todo lo anterior se refleja en un aumento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial media (PAM), esta última, condiciona un aumento de la postcarga ventricular y aumento del esfuerzo sistólico final de la pared ventricular izquierda, lo que condiciona disminución del GC e IC; estos cambios son proporcionales a la presión de insuflación. Los insufladores modernos de CO<sub>2</sub> se detienen al alcanzar una presión intrabdominal de 12 a 15 mmHg, se ha visto que la presión del neumoperitoneo que tiene menor repercusión en la función hemodinámica es aquella menor o igual a 12 mmHg. Por otra parte, la presión arterial media es el producto de del GC y las RVS, mientras la presión intrabdominal (PIA) sea menor a 20 mmHg, el aumento de las RVS puede sobrepasar la disminución del gasto cardíaco y mantener una PAM normal o incluso alta, la cual no asegura una perfusión tisular adecuada; si la PIA excede los 20 mmHg la disminución del GC es mayor y conduce a una franca disminución de la PAM. Todos estos cambios en las RVS, IC y PAM guardan una relación directa con las concentraciones de vasopresina y catecolaminas circulantes, por lo que se ha propuesto una nueva teoría, que se

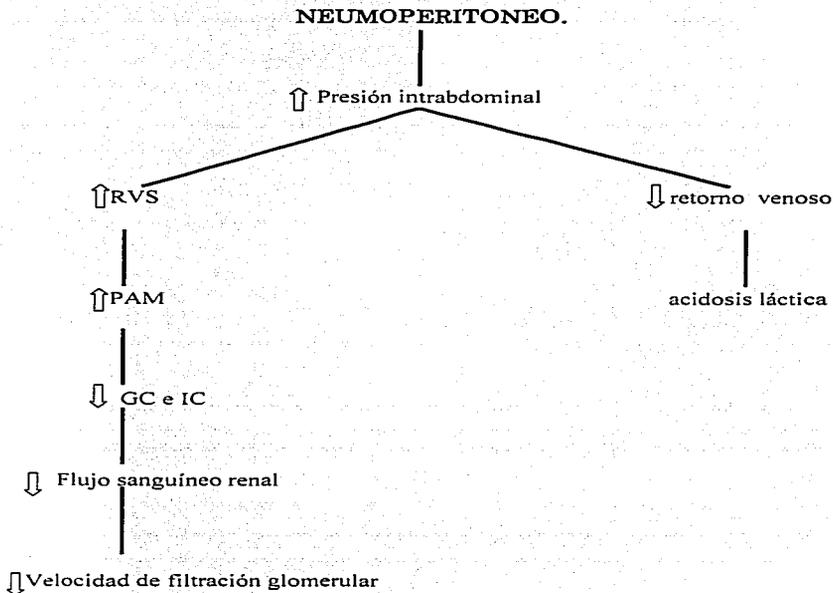
comentará más adelante. La función ventricular en pacientes sanos sometidos a insuflación de CO<sub>2</sub> y Ti, se conserva, así como también la fracción de eyección, no obstante disminuye el volumen diastólico final de ventrículo izquierdo. Por otra parte, en los pacientes con afección cardiovascular previa, sería razonable pensar que pudiéramos encontrar deterioro de la función ventricular, de la fracción de eyección, GC, transporte de oxígeno y saturación de oxígeno venoso mezclado.

Durante los procedimientos en los que se utiliza insuflación de CO<sub>2</sub>, se pueden presentar arritmias, las cuales pueden ser causadas por hipercarbia y acidosis ó por un inadecuado plano anestésico en el caso de las taquiarritmias, las bradiarritmias por su parte, pueden ser secundarias al incremento del tono vagal, generado por distensión peritoneal y tracción visceral; este tipo de eventos arritmicos pueden ser la causa de adversidades transoperatorias como el colapso cardiovascular, no obstante, se debe de tener en mente otras posibles causas de estas adversidades como lo son la hemorragia y la compresión de vena cava. En la figura 8 se muestra un esquema de los principales cambios cardiovasculares.

### **3.3.4.-Cambios Metabólicos y de la Microcirculación.**

Algunos pacientes pueden cursar con sobrecarga hídrica durante los procedimientos con neumoperitoneo, ya que este ocasiona disminución del flujo renal, de la velocidad de filtración glomerular y del gasto urinario; además se ha reportado que puede existir obstrucción a nivel de: vejiga, uretero, arteria ó vena renal, así como compresión del parénquima renal a

causa del neumoperitoneo. Por otra parte durante este tipo de procedimientos, las pérdidas hídricas insensibles y de temperatura son mucho menores que las causadas cuando se utiliza una técnica quirúrgica abierta.



**Figura 8: Principales cambios cardiovasculares durante el neumoperitoneo.**

Durante los procedimientos con neumoperitoneo puede haber una mala perfusión tisular debido a los factores que ya hemos mencionado como: disminución del índice cardíaco y presión directa sobre la vasculatura esplácnica; por ejemplo, se ha reportado disminución del flujo de las arterias hepáticas, mesentéricas superior e inferior (existen reportes de isquemia intestinal fatal), disminución del flujo arterial gástrico hasta en 54%, del peritoneo visceral hasta en un 60% y una disminución del flujo de la arteria renal, la cual esta asociada a cambios en la presión intracraneal mismos que se discutirán mas a detalle en el siguiente rubro.

### **3.3.5.-Cambios en la Presión Intracraneal y la Teoría "Central".**

Hasta ahora todos los cambios fisiológicos de los que hemos hablado, se han sustentado en base a factores mecánicos locales y a los efectos del CO<sub>2</sub> absorbido, sin embargo, recientemente se ha postulado una nueva teoría "central", la cual trata de vincular los cambios de la presión abdominal, presión intracraneal y los efectos fisiológicos observados.

En distintos estudios se ha demostrado que en presencia de un síndrome compartamental abdominal, ya sea iatrogénico (cirugía laparoscópica), de manera traumática, o por enfermedades tales como ascitis, se compromete la función renal y la perfusión esplácnica por efecto de algunos mediadores como la vasopresina. Tal es el caso de Thorington quien revirtió oliguria luego de una paracentesis de una ascitis tensa y creó oliguria en perros luego de incrementar la presión intrabdominal en perros.

Esta teoría central, sustenta que los cambios hemodinámicos y renales, son el resultados de un efecto del sistema nervioso central (SNC), el cual está relacionado a su vez con un aumento de la presión intracraneal; la cual se genera a causa del síndrome compartamental abdominal (en nuestro caso el neumoperitoneo). El sistema nervioso central ejercería su efecto a través de hormonas vasoactivas, de las cuales la vasopresina es la más importante. El propósito de estas respuestas fisiológicas ante el aumento de la presión intracraneal, sería proteger al SNC de la isquemia; esta respuesta es conocida ya desde hace tiempo como reflejo de Cushing.

El surgimiento de esta teoría, es una forma de explicar los cambios hemodinámicos observados, cuando la cifra total de neumoperitoneo no explica a los mismos de manera congruente ni lineal, ya que en ocasiones elevaciones relativamente pequeñas de la presión intrabdominal (las cuales no son tan elevadas como para causar obstrucción directa del flujo arterial), pueden causar cambios hemodinámicos significativos, por lo tanto, estos cambios encontrarían una explicación en los efectos del aumento de la presión intracraneana. Cabe aclarar que los cambios respiratorios ocasionados por el neumoperitoneo a diferencia de los hemodinámicos, si están en relación directa con la cifra absoluta de neumoperitoneo..

Existen estudios experimentales en los que se ha reportado una correlación directa entre presión intrabdominal (PIA) y presión intracraneal (PIC); al aumentar la primera con la insuflación de gas, existe transmisión mecánica de la presión hacia el tórax y de esta manera hacia el sistema venoso, con lo cual se condiciona reducción del drenaje venoso yugular cerebral incrementando la PIC. Otro mecanismo involucrado para la transmisión de la presión, estaría

representado por las venas lumbares, las cuales al encontrar obstrucción al flujo generarían un incremento en la presión del líquido cefalorraquídeo, el cual es transmitido a través del espacio subaracnoideo hacia el espacio intracraneal. En pacientes con derivación ventrículo peritoneal puede contribuir también la obstrucción distal del sistema de drenaje.

La hipercarbia por su parte, conduce a un aumento en el flujo sanguíneo cerebral que incrementa la presión intracraneal, así como también la presión intraocular, lo cual puede ser potenciado si se ocupa una posición quirúrgica en Tendelemburg. Cuando se combina el incremento en la presión intracraneal e intratorácica, con un decremento del gasto cardiaco y de la presión arterial media, existe la posibilidad de una disminución crítica en la presión de perfusión cerebral ( $PPC = PAM - PIC$ ). Una contraindicación relativa para el uso de técnicas quirúrgicas con neumoperitoneo, serían los pacientes con la complianza cerebral reducida, aunque actualmente la única contraindicación absoluta para los procedimientos con insuflación de  $CO_2$  es la **malformación arteriovenosa cerebral**.

Una vez discutido el origen del aumento de la PIC, cabe aclarar cual es el reflejo que se va desencadenar: el reflejo de Cushing, fue descrito en 1901, este según estudios experimentales, consiste en un aumento de las resistencias vasculares periféricas, con el fin de condicionar un aumento de la PAM; todo esto va encaminado a proteger al cerebro de una isquemia potencial al encontrarse inmerso en un aumento de la PIC (al aumentar la PAM, mejora la presión de perfusión cerebral). El segundo componente del reflejo de Cushing es la bradicardia, la cual en el caso de neumoperitoneo, podría quedar

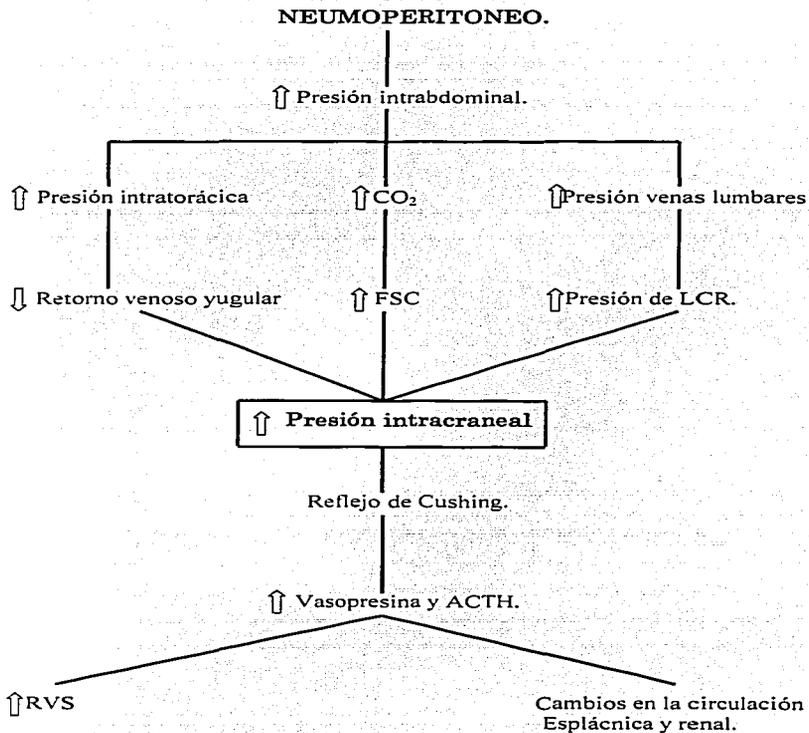
neutralizada por la estimulación simpática debida a la liberación de mediadores, trauma quirúrgico e hipercarbia.

El área encargada del reflejo de Cushing se encuentra en el pedúnculo cerebral. El área C1 de la región rostro-ventro-lateral con núcleo en la médula, en el piso del cuarto ventrículo, contiene células que son sensibles a la presión y al estrechamiento; la estimulación de esta zona produce liberación de mediadores que son parte de la respuesta al trauma.

De los mediadores, el que contundentemente se elevan en mayor proporción durante cirugía endoscópica con neumoperitoneo, es la vasopresina; este a su vez se ha asociado fuertemente con ACTH. Incluso se ha visto, que durante cirugía endoscópica con neumoperitoneo la perfusión de glándula adrenal se incrementa como respuesta a la ACTH liberada por la hipófisis anterior. La clara elevación de vasopresina durante cirugía con neumoperitoneo, fue inicialmente atribuida a la presencia de receptores peritoneales, sin embargo, se ha visto que esta elevación de la vasopresina es producto de la liberación de un impulso de origen central al incrementarse la PIC, siendo esta hormona un mediador importante del reflejo de Cushing.

Los principales efectos de la liberación central de vasopresina, son en gran parte mediados por su potente efecto vasoconstrictor, esto por su parte condicionaría: isquemia visceral (p.ej. de la mucosa gástrica), aumento de las resistencias vasculares sistémicas con la consiguiente elevación de la PAM, un efecto antidiurético a nivel renal, además de provocar vasoconstricción renal; esto último promueve la secreción de renina. En la figura 9 se ilustran los principales componentes de la teoría central.

A pesar de todos los múltiples cambios fisiológicos asociados con el incremento de presión abdominal, el significado clínico final para el paciente es incierto, si bien la mayoría de los pacientes que se someten a neumoperitoneo por algún tipo de cirugía abdominal, no presentan efectos claramente deletéreos asociados al neumoperitoneo, se debe siempre tener en cuenta la fisiopatología de la enfermedad de base, así como las enfermedades intercurrentes del paciente y de cómo los cambios fisiológicos asociados con el neumoperitoneo pueden afectarlas. Esto con el fin de ser cautelosos y tener las consideraciones anestésicas prudentes, para evitar agravar una enfermedad, como es el caso de un paciente con enfermedad renal, isquémica intestinal ó intracraneal. Para estos fines es necesario considerar la cifra de presión intrabdominal, la posición del paciente y el estado de volémia. Por último el conocer la fisiología de los cambios de PIA, PIC y los mediadores, permitirá en un futuro la creación de agentes farmacológicos encaminados a disminuir ó abolir la respuesta de ciertas hormonas, tales como la vasopresina (lo cual se encuentra ya en fase experimental).



**Figura 9: Esquema de los Principales Componentes de la Teoría Central. (FSC = flujo sanguíneo cerebral.)**

#### **4.-Complicaciones.**

Las complicaciones pueden dividirse para fines prácticos de la siguiente manera:

##### **Cardiovasculares:**

- Disrritmias.
- Hipotensión.
- Hipertensión.
- Embolismo gaseoso.

##### **Pulmonares:**

- Hipoxemia.
- Hipercarbia.
- Aspiración.
- Neumotórax.
- Neumomediastino.
- Neumopericardio.

##### **Misceláneas:**

- Enfisema subcutáneo.
- Daño Vascular.
- Perforación visceral.
- Daño a nervios periféricos.

La incidencia total de complicaciones para laparoscopia se estima en un 4% con un índice de mortalidad de 0.03%, generalmente el sistema que se ve afectado es el cardiopulmonar, aunque también pueden presentarse el daño vascular, neurológico y visceral, por otra parte las disrritmias cardiacas tienen una incidencia de 25 a 47% durante la cirugía laparoscópica.

#### **4.1.-Complicaciones Cardiovasculares.**

Como hemos visto en el capítulo de cambios fisiológicos, la absorción sistémica de CO<sub>2</sub> estimula el sistema nervioso simpático, lo cual genera una descarga adrenérgica lo que frecuentemente produce taquicardia sinusal y extrasístoles ventriculares, no obstante, se debe de considerar dentro de las causas de estas disrritmias el embolismo aéreo venoso, la hipoxia y el inadecuado nivel anestésico. La bradicardia por su parte puede ser causada por distensión peritoneal, lo que ocasiona un reflejo vagal.

El tratamiento de estas disrritmias incluye: reducción de la presión intrabdominal, retiro de la posición de Trendelenburg, liberación de la tracción pélvica, hiperventilación con oxígeno al 100%, valoración del plano anestésico del paciente en caso de que se sospeche esto como posible causa y en el caso de la bradicardia puede emplearse atropina en dosis usuales. El tratamiento del embolismo gaseoso se revisara más adelante.

La hipotensión arterial puede presentarse por descenso de: el retorno venoso, gasto cardiaco o volumen sanguíneo circulante, recordemos que el neumoperitoneo ocasiona aumento de la presión intratorácica, compresión de

vena cava y que todo esto condiciona una disminución del retorno venoso. Las presiones intrabdominales mayores a 20 mmHg son las que mayor repercusión cardiovascular representan, por lo que no debe ser sobrepasada dicha cifra, los pacientes sanos pueden tolerar presiones intrabdominales de 20 mmHg, mientras que los pacientes con afección cardiopulmonar considerable no deben ser sometidos a presiones mayores de 12 mmHg. El tratamiento de la hipotensión en estos casos se enfoca hacia el aporte de soluciones cristaloides y disminución de la presión intrabdominal, habrá que descartar otras causas de hipotensión que ocasionalmente se presentan como son: el embolismo gaseoso, hemorragia, bradicardia, sobredosis anestésica e hipoxia, las cuales deben ser tratadas específicamente.

La hipertensión arterial puede ser ocasionada por estimulación simpática ocasionada por la hipercarbia ó por una inadecuada profundidad anestésica, el manejo irá encaminado hacia la hiperventilación y al aumento de la profundidad anestésica.

El embolismo gaseoso, es otro de los riesgos durante el establecimiento del neumoperitoneo ó neumotórax, el gas puede penetrar al torrente sanguíneo ya sea por inyección intravascular directa accidental, ó cuando el gas es forzado (por la presión de la cavidad) a entrar a través de un vaso abierto, mismo que haya sido lesionado durante el procedimiento. Una forma de disminuir el riesgo es aspirando antes de realizar la insuflación y realizando esta última lentamente.

Las manifestaciones clínicas del embolismo gaseoso depende de el tipo de gas, el volumen inyectado y la velocidad de inyección, además de que también

van a jugar un papel importante el estado cardiopulmonar previo del paciente. El uso de óxido nitroso durante la anestesia puede agravar un cuadro de embolismo aéreo, ya que este difunde hacia los espacios cerrados y puede incrementar el tamaño de la burbuja, sin embargo cuando se usa  $\text{CO}_2$  como gas de insuflación no representa un problema potencial el uso de óxido nitroso, ya que la solubilidad de ambos es muy similar. Otra de las ventajas de usar  $\text{CO}_2$  para la insuflación, radica en que es mucho más soluble que el aire y el oxígeno, por lo que a iguales volúmenes de embolización los efectos cardiovasculares del  $\text{CO}_2$  son de menor magnitud que la de los otros dos gases mencionados.

Si se presenta un embolismo con pequeños volúmenes de gas, especialmente de  $\text{CO}_2$ , este será disuelto en la sangre o removido por la circulación pulmonar, cuando la velocidad de embolización rebasa la capacidad de excreción de dicho gas, entonces se presentará aumento de la presión de la arteria pulmonar, lo que genera un decremento en la expulsión ventricular derecha y por ende decremento en el volumen diastólico final del ventrículo izquierdo con disminución del gasto cardíaco.

El primer paso en el tratamiento de este problema consiste en identificarlo, cabe señalar que se necesita una gran cantidad de  $\text{CO}_2$  para hacerse clínicamente evidente un cuadro de embolismo pulmonar, esto en ocasiones presenta el inconveniente de que si no lo sospechamos y tratamos con antelación, el tiempo con el que se cuenta para realizar las maniobras terapéuticas antes del colapso cardiovascular fatal es muy breve, especialmente en pacientes con afección cardiopulmonar de base. Las técnicas para detectar este problema oportunamente antes de que se haga clínicamente

evidente son: el ecocardiograma transesofágico, doppler precordial, monitoreo de la presión arterial pulmonar y monitoreo de nitrógeno al final de la espiración; este último aunque es altamente sensible para detectar embolismo aéreo, no tiene valor en el diagnóstico de embolismos gaseoso por CO<sub>2</sub>. El doppler precordial y el ecocardiograma transesofágico premanecen como los métodos diagnósticos más sensibles, el primero puede detectar desde 0.5ml de gas y el último tiene la capacidad de detectar desde 0.1ml, lo cual nos confiere el privilegio de detectar el embolismo gaseoso mucho antes de que ocurran manifestaciones clínicas.

Los métodos anteriores son sofisticados y desgraciadamente no se tienen a la mano en la mayoría de los centros hospitalarios. El monitoreo de CO<sub>2</sub> al final de la espiración es el siguiente método mas sensible para la detección de embolismo gaseoso, sin embargo, aunque está a la mano en la mayoría de los centros hospitalarios y su uso es relativamente sencillo, tiene el inconveniente de que el aplanamiento abrupto de la curva en el capnograma y la disminución de la cifra en la capnometría ocurren tardíamente en el curso de un embolismo gaseoso, ya que dichos eventos se hacen aparentes hasta que se disminuye abruptamente el gasto cardiaco.

De manera similar, el monitoreo de la presión de la arteria pulmonar como método de detección del embolismo gaseoso, tiene el inconveniente de que se necesita una gran cantidad de gas embolizado para repercutir en la presión de la arteria pulmonar, lo cual retrasa el diagnóstico y tratamiento oportuno.

El segundo paso en el tratamiento del embolismo gaseoso es notificar al cirujano, al mismo tiempo que se debe detener la insuflación y liberar el

neumoperitoneo ó el neumotórax. Debido a que el  $\text{CO}_2$  es disuelto rápidamente en la sangre, los cambios cardiovasculares usualmente revierten rápidamente. Otras medidas de apoyo son: el uso de cristaloides para aumentar la precarga e inotrópicos para aumentar la contractilidad cardiaca. En los casos graves el paciente debe ser puesto en posición de Trendelemburg con el costado izquierdo pendiente (Maniobra de Durant), lo cual ayudará a liberar la obstrucción al vaciamiento del ventrículo derecho, al acumularse el gas en el apex del ventrículo derecho hasta que este es absorbido. La última opción en el tratamiento del embolismo gaseoso, es la aspiración a través de un catéter venoso central, aunque esta maniobra es curativa, se requiere de la correcta posición del catéter, por lo que se recomienda asegurarse a través de una radiografía de tórax de la correcta posición del catéter antes de iniciar el procedimiento.

#### **4.2.-Complicaciones Pulmonares.**

La posición de Trendelemburg utilizada al inicio o durante el procedimiento quirúrgico, ocasiona que el peso del contenido abdominal descansa sobre el diafragma, además de condicionar estancamiento sanguíneo en las porciones dependientes de los pulmones, produciéndose alteraciones de la ventilación perfusión ó en su defecto agrava las ya existentes. La insuflación con presiones abdominales de 25 mmHg, ejercen una fuerza aproximada de  $30\text{gm/cm}^2$ , ó una presión total de 50 kg contra el diafragma, lo que restringe la expansión pulmonar y disminuye la complianza. El desarrollo de alteraciones ventilación perfusión, debe ser sospechado si el paciente experimenta disminución de la saturación arterial de oxígeno en la pulso-oximetría ó si

requiere un incremento de presión inspiratoria para mantener la ventilación minuto a un nivel constante. El tratamiento de estas alteraciones se basa en aumento de la FiO<sub>2</sub> al 100%, eliminación de la posición de Trendelenburg, liberación del neumoperitoneo y auscultación del tórax; en este punto, es esencial aclarar que es mandatorio verificar la correcta posición del tubo endotraqueal; lo anterior es debido a que existe la posibilidad de intubación inadvertida del bronquio principal derecho con la consiguiente hipoxemia al asumir la posición de Trendelenburg, ya que el tubo endotraqueal en su extremo proximal queda firmemente asegurado en la mandíbula y no siempre se mueve junto con la tráquea cuando el diafragma da lugar al desplazamiento cefálico del pulmón y la carina.

La hipercarbia es un problema común en este tipo de procedimientos y la acidosis asociada pueden predisponer al paciente a arritmias, vasodilatación y depresión miocárdica; por lo que se deben ajustar los parámetros ventilatorios para mantener un EtCO<sub>2</sub> normal.

Existe el riesgo de aspiración durante este tipo de procedimientos a causa de la elevación de la presión intrabdominal, por lo que es mandatorio la intubación traqueal para asegurar la vía aérea y controlar la ventilación. Así mismo es útil la colocación de una sonda naso u orogástrica para aspiración de aire y contenido gástrico.

El neumotórax es una complicación poco frecuente del neumoperitoneo, pero que puede poner en riesgo la vida del paciente. Esta complicación ocurre principalmente del lado derecho, el gas insuflado puede seguir alrededor de los hiatos aórtico ó esofágico del diafragma hacia el mediastino y

posteriormente abrirse hacia el espacio pleural, sin embargo, es más probable que suceda esto en presencia de un defecto anatómico en el diafragma, que por lo general se encuentran en el hiato pleuro-peritoneal ó en el agujero de Bochdalek (el pilar externo del hiato esofágico). Otra posibilidad es que el neumotórax sea el resultado de barotrauma durante la ventilación con presión positiva. Es necesario considerar este diagnóstico cuando existe un aumento en la presión de la vía aérea, compromiso hemodinámico, disminución de la saturación arterial de oxígeno, hipoxemia o hipercarbia inesperadas. Un signo que debe poner en alerta al anestesiólogo sobre estas posibles complicaciones es el enfisema subcutáneo de tórax anterior, cara y cuello. Si se tiene la sospecha clínica de la presencia de neumotórax, debe obtenerse de inmediato una radiografía de tórax, si se confirma el diagnóstico y el paciente está estable, se puede continuar con el procedimiento colocando una sonda endopleural si el tiempo quirúrgico restante es considerable, si esto ocurre tardíamente y el tiempo quirúrgico restante es breve (con el paciente estable) se puede mantener en observación y finalizar el procedimiento quirúrgico, ya que al final de la intervención habrá rápidamente reabsorción de CO<sub>2</sub> de la cavidad pleural.

Cuando existe un neumotórax a tensión y el paciente se torna inestable se puede recurrir a la descompresión inmediata mediante punción con aguja, esta situación clínica es más factible cuando se lesiona de manera directa y accidental el pulmón durante el procedimiento quirúrgico.

#### **4.3.-Complicaciones Misceláneas.**

Para la realización de estos procedimientos quirúrgicos como ya mencionamos es necesaria la creación del neumoperitoneo ó el neumotórax. En el caso del neumoperitoneo existe la alternativa de crearlo a través de la introducción a ciegas de la aguja de Verres. Diversas publicaciones destacan el hecho de que cuando se utiliza este método de crear neumoperitoneo, existe un mayor número de complicaciones, dentro de las que destacan: la hemorragia de vasos de pared abdominal, lesión de tubo digestivo, desgarros hepáticos o esplénicos, trauma vascular mayor, arrancamiento de adherencias, alteración del epiplón; además cerca del área umbilical, existe el riesgo de lesión de la arteria epigástrica, así como de subcutánea abdominal. Otra complicación que puede llegar a presentarse es el enfisema subcutáneo, el cual es ocasionado cuando la aguja no penetra en cavidad abdominal y se realiza inadvertidamente insuflación a nivel subcutáneo (esta complicación no requiere tratamiento específico ya que el gas es gradualmente absorbido). Existe otra técnica para la creación del neumoperitoneo que evita muchas de las complicaciones antes mencionadas, que es la minilaparotomía de Hasson, la cual consiste en realizar la introducción del trocar a través de una incisión de minilaparotomía. Debido a que la perforación de intestino, estómago y vejiga no son raras, se recomienda antes de iniciar el procedimiento la descompresión gástrica a través de una sonda oro ó nasogástrica y la descompresión vesical.

La posición de Trendelenburg invertida y el empleo de soportes en los hombros, pueden desplazar la clavícula al espacio retroclavicular, la cual al girar ejerce presión sobre el plexo braquial, pudiendo ocasionar daño nervioso

periférico, una recomendación para evitar esto, es el uso de tirantes colocados en rodillas, caderas y hombros ó la flexión discreta de las rodillas previa al posicionamiento en Trendelemburg, lo que confiere cierta estabilidad al paciente. La cabeza del húmero también puede dañar el plexo braquial si la extremidad se encuentra en rotación externa, por lo que se sugiere colocar las palmas de las manos en posición neutra.

## **5.-Técnica Anestésica.**

### **5.1.-Valoración Preoperatoria.**

A continuación, hablaremos de los puntos más importantes a cubrir en la valoración preoperatoria de los pacientes que se someten a procedimientos endoscópicos abdominales y torácicos.

#### **Interrogatorio:**

Es imperativo preguntar acerca de la presencia de disnea, la cual podemos evaluar por el grado de actividad física que se requiere para desencadenarla, nivel de actividad posible sin que se presente disnea y si esta es grave traduce una importante disminución de la reserva ventilatoria y posiblemente ese paciente requiera apoyo ventilatorio postoperatorio.

La tos es otro síntoma importante que debemos cuestionar, ya que puede hablarnos de la presencia de EPOC tipo B y estamos obligados a cuestionar sobre las características del esputo y cultivarse en su momento para descartar

una infección y establecer un tratamiento antibiótico preoperatorio, así mismo la tos nos incrementa la irritabilidad de las vías respiratorias. El esputo sanguinolento debe alertar al anestesiólogo a cargo, de la posibilidad de un tumor que invade las vías respiratorias que puede interferir con la intubación traqueal.

Se debe cuestionar sobre el hábito tabáquico y la repercusión funcional del mismo en el paciente, ya que esto condiciona a mayor incidencia de EPOC, hipoxemia y atelectasia postoperatoria, así como también dificultades toracoperatorias para la ventilación mecánica en presencia del neumoperitoneo ó neumotórax. Por otra parte, el tabaquismo altera la función mucociliar, aumenta el riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias, aumenta la irritabilidad de las vías respiratorias y reduce la capacidad vital funcional.

#### **Exploración Física:**

Es necesario valorar con cautela de acuerdo a los métodos conocidos la dificultad de acceso a la vía aérea, con especial atención a los pacientes que van a ser sometidos a cirugía bariátrica (ya que son sujetos obesos, con vía aérea de difícil manejo) y a los pacientes que van a ser sometidos a toracoscopia ó mediastinoscopia, ya que estos pueden presentar una tumoración que dificulte la intubación, así mismo, es necesario observar la tomografía axial computada y la placa de tórax.

La presencia de cianosis central es signo que nos habla de hipoxemia arterial y se aprecia cuando la saturación es menor a 80% y la PaO<sub>2</sub> menor de 50-52

mmHg, el hipocratismo digital suele apreciarse en los pacientes con neumopatía crónica, enfermedades malignas ó cardiopatía congénita.

Se debe apreciar con atención la frecuencia y patrón respiratorio, ya que estos nos pueden ayudar a hacer la distinción clínica entre enfermedad obstructiva ó restrictiva, así mismo valorar la presencia del signo de Hoover, ya que este signo puede traducir un movimiento diafragmático limitado, lesión del nervio frénico o derrame pleural.

En la auscultación de los ruidos respiratorios hay que buscar sibilancias, estertores o estridor, ya que este último puede ser secundario a obstrucción traqueal y debe alertarnos sobre una posible intubación difícil.

#### **Estudios de Laboratorio y Gabinete.**

El electrocardiograma es importante, ya que podemos encontrar en el alteraciones como por ejemplo: hipertrofia de ventrículo derecho en el caso de los pacientes neumópatas o cambios sugerentes de cardiopatía isquémica, lo cual debemos tomar en cuenta para planear el tipo de monitoreo de acuerdo a las necesidades del paciente y por ejemplo, en el caso de los pacientes sometidos a procedimientos abdominales limitar la cifra de presión del neumoperitoneo, así el grado de inclinación de la posición quirúrgica.

Es importante valorar la placa de tórax y la tomografía axial computada para descartar alguna desviación de la carina ó tráquea y que esto nos dificulte la intubación traqueal ó la colocación del tubo de doble lumen, así mismo puede

anticipar una disección difícil para el cirujano con abundante sangrado ó un lóbulo pulmonar colapsado y con sepsis.

Finalmente la gasometría es de utilidad para conocer los valores basales de los gases respiratorios y la repercusión funcional de la enfermedad pulmonar.

### **Preparación:**

Es importante que el paciente suspenda el tabaquismo antes del evento quirúrgico, ya que se ha visto que la suspensión de este 4 a 6 semanas antes de la cirugía disminuye el riesgo de las complicaciones antes mencionadas, aunque el mayor beneficio (mejoría de la función ciliar y disminución del esputo entre otros) se aprecia si se suspende el tabaquismo 2 a 3 meses antes de la operación.

Si existe alguna infección preoperatoria de las vías aéreas, deberá ser tratada con antibiótico previa tinción de Gram y hemocultivo. Se debe facilitar la hidratación y eliminación de secreciones por medio de la corrección del estado hidroelectrolítico, fármacos mucolíticos, nebulizador templado continuo, percusión torácica, drenaje postural y espirómetro incentivo.

En caso de sibilancias y broncoespasmo preoperatorio, se debe posponer el procedimiento electivo hasta que el paciente se encuentre en condiciones óptimas; en todo paciente con evidencia de obstrucción del flujo aéreo es necesario llevar a cabo un ensayo con broncodilatadores y valorar los efectos de estos en la función pulmonar. Para el tratamiento del espasmo bronquial se puede utilizar fármacos simpaticomiméticos, no obstante, estos pueden tener

efectos indeseables en los cardiopatas causando taquicardia, en este tipo de pacientes conviene usar los fármacos beta<sup>2</sup> selectivos como albuterol terbutalina y metaproterenol.

Los inhibidores de la fosfodiesterasa como la aminofilina también son útiles y tienen la ventaja de mejorar la contractilidad diafragmática, e incrementar la resistencia del paciente a la fatiga.

Los esteroides no son broncodilatadores verdaderos, no obstante, disminuyen el edema de la mucosa y pueden impedir la liberación de sustancias broncoconstrictoras. El cromoglicato de sodio es útil en la prevención del broncoespasmo, pero no tiene utilidad en el evento agudo. La atropina y bromuro de ipratropio también son de utilidad como broncodilatadores y potencian el efecto de los simpaticomiméticos.

Por último en todo paciente que se somete a cirugía laparoscópica, se debe contar con pruebas cruzadas preoperatorias y con accesos venosos adecuados y de buen calibre, debido a que pueden ocurrir accidentes quirúrgicos como lesión hepática o de grandes vasos, que ocasionen hemorragias profusas. Así mismo se debe identificar a los pacientes en los que existe la posibilidad de convertir el procedimiento a técnica abierta ó en los que se espera sangrado importante por los hallazgos en los estudios de imagen preoperatorios; en todos ellos se debe garantizar dos accesos venosos, considerar un catéter venoso central y a parte de tener las pruebas cruzadas asegurarse de la disponibilidad de los hemoderivados.

## 5.2.-Tipo de Anestesia.

La cirugía endoscópica torácica y abdominal, así como otros procedimientos de invasividad mínima se han realizado con técnicas anestésicas de tipo local, regional y general. La técnica anestésica se basa en la condición del paciente, la indicación del procedimiento, preferencia del paciente y necesidades del cirujano.

En lo que respecta a la cirugía abdominal, varios autores han discutido el uso de anestesia local para procedimientos laparoscópicos de esterilización o diagnósticos cortos, con infiltración subcutánea de la pared abdominal y aplicación tópica a estructuras abdominales, utilizando lidocaína y bupivacaína, siendo necesario complementar con sedación y analgesia a base de midazolam y fentanil. Las ventajas de esta técnica incluyen: el evitar los riesgos de una anestesia general, disminución de la náusea y vómito postoperatorio, así como una rápida recuperación; además, al estar despierto el paciente puede cooperar y alertar al anestesiólogo sobre algún malestar que pudiera ser el primer signo del desarrollo de alguna complicación. Sin embargo un paciente despierto puede desarrollar ansiedad transoperatoria, compromiso respiratorio, dolor abdominal o de hombros por irritación diafragmática secundaria a la insuflación de gas. Es por esta razón que la anestesia local es mejor opción para procedimientos breves, que puedan ser realizados con una técnica quirúrgica gentil y con cooperación del paciente.

La anestesia espinal no es comúnmente utilizada en procedimientos abdominales endoscópicos, debido a que el paciente no tolera el dolor abdominal y de hombros secundario a la irritación diafragmática ocasionada

por el neumoperitoneo, además de no tolerar el compromiso ventilatorio. Podría ser una alternativa para procedimientos breves en pacientes sanos o en pacientes en los que se utilice retractor abdominal.

La mayoría de los procedimientos de cirugía abdominal laparoscópicos son llevados a cabo bajo anestesia general, con esta se tiene la ventaja de asegurar la vía aérea, controlar la ventilación, proveer amnesia y analgesia, además de proporcionar condiciones óptimas para el cirujano al proveer relajación muscular. Numerosos autores han evaluado una variedad de técnicas anestésicas generales para cirugía laparoscópica y se ha observado que las complicaciones mayores y la morbilidad durante este tipo de procedimientos son raras y no atribuible a la técnica anestésica utilizada, sin embargo los problemas menores tales como náusea, vómito, cefalea, mialgias, dolor de hombros y vértigo si están relacionados con la técnica anestésica utilizada.

Con respecto a la cirugía toracoscópica, se han descrito las mismas técnicas que para la cirugía abdominal, esto es local, regional y general. Las técnicas locales y regionales quedan reservadas para pacientes con enfermedad sistémica de base severa, la cual condiciona un inaceptable riesgo de complicaciones perioperatorias al ser sometido a anestesia general. La combinación de sedación intravenosa seguida de infiltración de la pared costal y pleura parietal, puede ser una opción en dichos pacientes. Tanto la técnica regional como la local, tienen la ventaja de poder mantener al paciente con ventilación espontánea, además en ocasiones esta interfiere menos en el campo quirúrgico que la ventilación con presión positiva, no obstante se debe tener cautela porque no todos los pacientes son capaces de compensar la pérdida temporal de la función pulmonar.

Las técnicas regionales incluyen el bloqueo torácico epidural, bloqueos intercostales múltiples y anestesia interpleural, estos mismos pueden ser también complementados con sedación intravenosa. El bloqueo costal a nivel de la insición, así como dos espacios por arriba de la misma y dos por debajo, proporcionan analgesia superficial para la inserción del trocar, la ventaja del bloqueo peridural sobre la técnica anterior, es que no necesita repetidas infiltraciones, aunque la colocación del cateter peridural torácico resulta técnicamente difícil.

Todas la técnicas regionales a excepción de la anestesia interpleural, proporcionan únicamente analgesia cutánea y no bloquean las fibras aferentes viscerales de los nervios frénico, vago y laríngeo recurrente, por lo que en ocasiones es necesario un bloqueo de ganglio estelar para proporcionar analgesia visceral y de esta manera eliminar la molestia, así como también el reflejo tusígeno que puede ser evocado por la manipulación del hilio.

La anestesia interpleural proporciona analgesia somática y visceral, puede ser usada para anestesia intraoperatoria, control de dolor postoperatorio, así como para control de dolor crónico. Para el uso de esta técnica, se necesita la colocación de un catéter en el espacio torácico paravertebral, ya sea de manera percutánea o bajo visión directa durante una toracotomía, el mecanismo de acción se relaciona con la difusión del anestésico local a través de la pleura parietal, lo que ocasiona múltiples bloqueos intercostales, así como bloqueo de las aferentes viscerales de los nervios vago, frénico y laríngeo recurrente.

### **5.3.-Manejo Transoperatorio.**

#### **5.3.1.-Monitoreo:**

Para los procedimientos laparoscópicos y toracoscópicos, contamos con una gran cantidad de herramientas para realizar un adecuado monitoreo del paciente de acuerdo a su enfermedad de base, edad, tipo de procedimiento y graduación de ASA. El monitoreo que podemos utilizar puede ser invasivo ó no invasivo y se debe dar vigilancia juiciosa a los pacientes ASA III y IV. A continuación describiremos brevemente la utilidad de los métodos de monitoreo para cirugía endoscópica.

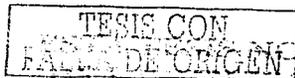
Se debe contar con electrocardiograma, de preferencia que este nos muestre 2 ó 3 derivaciones en pantalla de las cuales son de utilidad DII y VS, la primera porque es la que mejor nos permite observar la onda P y la segunda porque nos permite detectar cambios isquémicos de la pared anterolateral del miocardio, que pudieran darse lugar en los pacientes con enfermedad cardiaca preexistente, sobre todo en pacientes ASA III-IV que se someten a cirugía laparoscópica ó toracoscópica. El uso de sonda para temperatura también es de utilidad, sobre todo en procedimientos de larga duración, a pesar de que con las técnicas endoscópicas es menor la pérdida de temperatura. El estetoscopio esofágico y precordial, nos permite valorar clínicamente la ventilación y el primero también puede detectar fenómenos agregados en la auscultación del tórax, como el descrito "ruido en aspas de molino" cuando sucede un evento embólico.

### **Línea Arterial.**

El uso de línea arterial para monitoreo de presión arterial, es de utilidad en el paciente ASA III-IV para detectar cambios bruscos en la presión arterial, la incidencia de complicaciones isquémicas después de su inserción en arteria radial es del 0.01%. En el caso de un paciente neumópata ó en los pacientes sometidos a toracoscopía es de utilidad para el análisis seriado de gases arteriales y de esta forma, realizar adecuadamente los cambios en la ventilación de acuerdo a las cifras reportadas. Para un procedimiento mediastinoscópico es de utilidad tomar una línea arterial en el brazo derecho, para vigilar la compresión del tronco braquiocéfálico derecho por el mediastinoscópico.

### **Catéter Venoso Central.**

El catéter venoso central (CVC) nos permite medir la presión de aurícula derecha y de esta manera inferir la presión de llenado del ventrículo derecho, lo cual nos puede hablar del estado de volémia, tono venoso y actividad del ventrículo derecho, no obstante, no refleja la actividad del ventrículo izquierdo y sobre todo, existe una mala correlación entre la PVC y la presión de la aurícula izquierda, por lo que hay que entender y tener en mente sus limitaciones, así como otros factores que la afectan; como por ejemplo: las obstrucciones venosas centrales y los cambios de presión intratorácica. Además hay que recordar que durante el neumoperitoneo y neumotórax, se pueden registrar elevaciones de la PVC medida sin que estos aumentos sean reales. El acceso venoso tiene mayor éxito cuando se realiza por vía yugular interna y este mismo acceso se puede utilizar posteriormente para la



colocación de un marcapaso transvenoso, catéter para arteria pulmonar ó para infusión de fármacos vasoactivos. Hay que recordar que cuando el paciente se cambia a la posición en decúbito lateral para los procedimientos de toracoscopia se puede doblar o codar el catéter.

### **Catéter de Arteria Pulmonar.**

El cateterismo de la arteria pulmonar al igual que el CVC, es de utilidad para algunos pacientes ASA III-IV. Este nos permite: medir las presiones del hemicardio izquierdo, valorar el gasto cardiaco, calcular parámetros hemodinámicos y respiratorios derivados, medición de saturación venosa mezclada, fracción de expulsión de ventrículo derecho y aplicar un marcapaso auricular o ventricular. Este también puede doblarse cuando el paciente se coloca en posición de decúbito lateral, sobre todo cuando este ha sido insertado por vía yugular externa ó subclavia. Otro punto importante a considerar, es el hecho de que la mayor parte del flujo sanguíneo pulmonar se dirige hacia el lóbulo inferior derecho, por lo que un catéter arterial pulmonar dirigido por flujo, suele alojarse en dicho sitio; si el procedimiento es llevado a cabo en decúbito lateral derecho, con ventilación selectiva de pulmón derecho y colapso de pulmón izquierdo, el catéter quedará entonces en un sitio donde nos proporcione mediciones hemodinámicas exactas, sin embargo si la situación se presenta a la inversa, es decir el paciente en decúbito lateral izquierdo, con ventilación selectiva a pulmón izquierdo y colapso de pulmón derecho, entonces las mediciones hemodinámicas no serán precisas, por lo que hay que tomar dichos datos con el debido criterio y relacionarlas con el entorno clínico.

### **Ecocardiografía Transesofágica.**

La utilidad de la ecocardiografía transesofágica (ECT) en el diagnóstico del embolismo pulmonar ya fue revisada en el capítulo de complicaciones. Otras de las utilidades de la ECT, es el diagnóstico oportuno de isquemia miocárdica en pacientes susceptibles, ya que este método detecta la presencia de isquemia antes de que se aprecien cambios en las presiones izquierdas y en el electrocardiograma. Otro de los beneficios que se han obtenido con el uso de la ECT, es el diagnóstico de infiltraciones tumorales a corazón, así como disecciones aórticas.

### **Vigilancia de la Oxigenación.**

Para la vigilancia de la oxigenación podemos auxiliarnos de la oximetría de pulso, el análisis de gases sanguíneos y recientemente se ha diseñado un método para la vigilancia continua de la oxigenación, que es el óptodo; este consiste en una sonda de fibra óptica que se introduce intraarterialmente y en la punta contiene un colorante luminiscente recubierto con heparina; la luz de una lámpara excita las moléculas del colorante, la energía puede descomponerse hasta un nivel más bajo de energía generando luz ó reaccionando con el oxígeno sin emitirla, por lo que la luz emitida es inversamente proporcional a la cantidad de oxígeno, no obstante tiene el inconveniente de que la información proporcionada a bajas presiones de oxígeno arterial no es del todo precisa.

## **Capnografía y Capnometría.**

La medición de  $\text{CO}_2$  al final de la espiración es mandatoria en procedimientos endoscópicos torácicos y abdominales. La concentración de  $\text{CO}_2$  al final de la espiración representa la del  $\text{CO}_2$  alveolar ( $\text{PACO}_2$ ), que se aproxima a la  $\text{PaCO}_2$  y normalmente existe un gradiente alveolo arterial de 4 a 6 mmHg, cabe aclarar que en los pacientes neumópatas este gradiente puede estar aumentado. Así mismo la forma de la onda del capnograma nos puede alertar sobre obstrucción de la sonda endotraqueal, relajación incompleta e incluso mala posición de una sonda de doble lumen, para esto último puede utilizarse de manera simultánea dos capnógrafos (uno en cada luz de la sonda de doble lumen).

### **5.3.2.-Inducción Anestésica.**

Entrando en materia de lo que es propiamente el manejo transoperatorio, debemos destacar que desde los inicios de la cirugía de mínima invasividad, se han venido dando adelantos farmacológicos que han hecho que el manejo anestésico sea mucho más confiable y estable, por lo que ha sido posible introducir estas técnicas en el plano ambulatorio. Dentro de los adelantos que más han beneficiado la paráctica anestésica, destacan inductores como el propofol, relajantes como el rocuronio y el cis-atracurio, así como algunos halogenados (sevoflurano y el desflurano). En el manejo postoperatorio, los antieméticos como el ondansetrón también han brindado gran beneficio para el tratamiento de la náusea y vómito postoperatorio.

Como ya mencionamos, la gran mayoría de estos procedimientos se realizan bajo anestesia general, existen varias alternativas para la inducción anestésica dependiendo de la duración de la cirugía, condición del paciente y necesidades del cirujano. En los pacientes con condición cardiovascular precaria se puede utilizar para la inducción y relajación, agentes que nos brinden estabilidad cardiovascular como el etomidato, midazolam, rocuronio y vecuronio, para los pacientes en el plano ambulatorio se puede utilizar agentes de duración corta que nos permitan una emersión y recuperación rápida, como el propofol, cis-atracurio y rocuronio.

### 5.3.3.-Manejo de la Ventilación.

Con respecto al manejo ventilatorio transoperatorio, se recomienda en general un aumento del 12 al 16% de la ventilación minuto para conservar la  $\text{PaCO}_2$  en límites normales, podemos utilizar la cifra del  $\text{CO}_2$  al final de la espiración ( $\text{Et CO}_2$ ) para guiar el incremento en la ventilación y mantenerlo entre 32 y 34 mmHg, no obstante, se ha apreciado que en los pacientes con afección cardiopulmonar previa y estado físico ASA III-IV la cifra del  $\text{EtCO}_2$  no se correlaciona adecuadamente con la  $\text{PaCO}_2$  si esta excede los 41 mmHg, además en muchas ocasiones las elevaciones de la  $\text{PaCO}_2$  en este tipo de pacientes no se acompañan de incrementos comparables del  $\text{EtCO}_2$ . En estos casos la determinación de la  $\text{PaCO}_2$  por gasometría puede ser una guía más confiable para los ajustes de la ventilación. Por otra parte, es posible que la reducción del gasto cardiaco que puede ocurrir durante el procedimiento subestime la cifra de  $\text{EtCO}_2$  y que las alteraciones ventilación perfusión

sobrestimen la cifra de EtCO<sub>2</sub>. El manejo de la hipercapnia y la hipoxia transoperatoria ya se discutieron en el capítulo sobre complicaciones.

#### **Uso de Oxido Nitroso.**

Existen diversos reportes sobre el uso de óxido nitroso durante los procedimientos en los que se utiliza insuflación de CO<sub>2</sub> y no existe un acuerdo común, se ha mencionado que puede incrementar la incidencia de náusea y vómito postoperatorio, así como crear distensión de asas intestinales y con esto dificultar el desarrollo del evento quirúrgico, sin embargo, hay estudios en los que no se han encontrado diferencias significativas respecto a la incidencia de náusea y vómito postoperatorio, así mismo en estudios ciegos con participación del cirujano, este no ha podido identificar adecuadamente en cuales pacientes se ha utilizado óxido nitroso basándose en la distensión de las asas intestinales. Por lo tanto el uso de óxido nitroso es controversial y queda a criterio del anestesiólogo a cargo.

#### **5.3.4.-Mantenimiento Anestésico.**

El mantenimiento anestésico puede ser de diversas formas, en la mayoría de los casos se maneja una anestesia general balanceada con halogenados como sevoflurano ó desflurano, un opiode generalmente fentanil y un relajante muscular de acción intermedia como cis-atracurio, atracurio ó rocuronio. En el paciente ambulatorio se debe hacer énfasis en el uso de agentes que permitan una rápida recuperación, en el paciente con afección cardiopulmonar severa ó que va a requerir en el postoperatorio de apoyo ventilatorio se puede utilizar

una técnica basada en opiodes del tipo del fentanil debido a la estabilidad cardiovascular que brindan. También para el mantenimiento anestésico esta descrita la anestesia general endovenosa con propofol, esta última tiene la ventaja de menor incidencia de náusea y vómito postoperatorio debido a los efectos antieméticos del propofol.

El isoflurano es útil en el mantenimiento anestésico cuando se realiza ventilación selectiva, debido a que es el que menos efecto tiene sobre la vasoconstricción pulmonar hipóxica; para minimizar el efecto sobre esta última se debe utilizar entre 0.5 y 1 CAM y combinarse con otros agentes hipnóticos y opioides para mantener la anestesia.

### **5.3.5.-Manejo de la Ventilación Selectiva en Pacientes Adultos.**

No es el objetivo de esta tesis entrar en detalle sobre ventilación selectiva, ya que es un tema muy amplio, sin embargo vamos a puntualizar algunos aspectos parácticos relacionados con la cirugía toracoscópica.

La cirugía toracoscópica representa una de las indicaciones relativas para ventilación selectiva, ya que al colapsar el pulmón en el campo quirúrgico mejora notablemente la visibilidad.

Existen en el adulto diversas formas de lograr la ventilación selectiva, inicialmente se manejaron los bloqueadores bronquiales, sin embargo estos requieren demasiada presión de insuflación por lo que se puede lesionar el bronquio y además pueden herniarse y ocasionar obstrucción de la vía aérea,

así como también pérdida de la separación pulmonar que puede ser fatal en algunas situaciones. Así mismo se ha utilizado un catéter de embolectomía para la ventilación selectiva a manera de bloqueador bronquial.

La sonda Univent es otro dispositivo disponible, que consiste en un tubo endotraqueal de un solo lumen con un bloqueador bronquial, el cual es técnicamente difícil de introducir al bronquio deseado, sin embargo tiene utilidad en los casos en los que es difícil hacer el cambio de los tubos de doble lumen a sondas convencionales ó en los casos de trasplante pulmonar bilateral.

Hoy en día lo que se utiliza son los tubos de doble lumen tipo Robertshaw, la cual no cuenta con gancho carinal por lo que su inserción es más fácil, tiene forma de "D", por lo que ofrece poca resistencia al flujo y es factible realizar la aspiración de secreciones a través de ella, existen en material de caucho rojo reciclables y de cloruro de polivinilo desechables y transparentes. Están disponibles en tamaños 35, 37, 39 y 41F. Cuentan con dos manguitos, uno traqueal y uno bronquial. El tubo de doble lumen derecho esta diseñada para permitir la ventilación del lóbulo superior derecho.

Los tubos de caucho rojo son económicos y reciclables, además es menos probable que pierdan su correcta posición al momento de colocar al paciente en decúbito lateral, sin embargo son técnicamente más difíciles de colocar.

Cuando el tubo se encuentra insertado, se deben realizar pruebas de ventilación de ambos pulmones, de ventilación de un sólo pulmón y de ambos pulmones nuevamente con los dos manguitos inflados (el traqueal y el bronquial).

Existen diversas formas de corroborar una adecuada posición del tubo de doble lumen, dentro de las que destacan la fluoroscopia, la radiografía de tórax y el sello de agua. Sin embargo, el adelanto más reciente es la introducción del fibrobroncoscopio pediátrico, con el cual podemos tener mayor detalle sobre la posición del tubo. Smith y colaboradores encontraron que cuando por medio de examen físico y auscultación se determina la correcta posición del tubo, hasta en el 48% de los casos se encontraban errores de colocación al inspeccionar con el fibrobroncoscopio, pero a pesar de estos errores no había repercusión clínica en la mayoría de los casos.

Cuando se inspecciona con fibrobroncoscopio se debe asegurar que el manguito bronquial no se encuentre herniado y que esté posicionado debajo de la carina, cuando se inspecciona una sonda endobronquial derecha, es importante además de lo anterior asegurarse de la ventilación del lóbulo superior derecho.

Dentro de las complicaciones del uso de los tubos de doble lumen, se encuentran las relacionadas con una mala colocación, como ausencia de ventilación en el lóbulo superior derecho y herniación del manguito endobronquial con obstrucción de la vía aérea. La complicación más grave aunque rara es la ruptura traqueal, que está relacionada con: la insuflación excesiva del manguito bronquial, posición inapropiada y traumatismo durante los cambios de posición.

Existen algunas contraindicaciones para la colocación de los tubos de doble lumen como cuando existe una lesión de la vía aérea, cuando la vía aérea superior es de difícil acceso y no se puede observar bien la laringe, en los

pacientes en los que existe una afección cardiopulmonar grave y los periodos breves de hipoxia y apnea (como los que ocurren durante la colocación de un tubo de doble lumen) pueden poner en riesgo la vida. Ante la presencia de estómago lleno en un paciente, no necesariamente esta contraindicada la colocación de tubos de doble lumen, ya que en ocasiones se requiere del mismo tiempo para colocar un tubo convencional, que uno de doble lumen.

La fracción inspirada de oxígeno normalmente se maneja en 100%, con esto se previene una hipoxia transoperatoria y también se favorece la vasodilatación de vasos del pulmón inferior, lo que aumenta la capacidad de este para aceptar flujo del pulmón superior colapsado. A esta concentración se ha señalado el riesgo de toxicidad pulmonar por oxígeno, sin embargo el tiempo en el que se realiza una cirugía no es suficiente para desarrollar esta complicación. Una complicación que si puede ocurrir con esta fracción inspirada es la atelectasia por absorción, que puede prevenirse usando volúmenes corrientes grandes o PEEP. Se pueden utilizar concentraciones de oxígeno mas bajas, sin embargo todo depende del estado del paciente y de un monitoreo estrecho de la oxigenación.

El volumen tidal (VT) puede manejarse de 10 a 12 ml/kg, si se utiliza un VT menor de 8ml/kg, se puede disminuir la capacidad residual funcional (CFR) y aumentar la formación de atelectasias en el pulmón inferior, Por su parte un VT mayor a 15ml/kg, ocasiona aumento de la resistencia vascular pulmonar que puede ocasionar derivación de flujo sanguíneo hacia el pulmón superior.

La ventilación debe ajustarse para mantener una cifra de  $\text{EtCO}_2$  entre 32 y 38 mmHg, pero es importante no hipoventilar porque la hipocapnia genera aumento de la resistencia vascular pulmonar en el pulmón inferior, disminuye la vasoconstricción hipóxica en el superior (lo que incrementa el corto circuito) y disminuye la  $\text{PaO}_2$ .

Si a pesar de tener una adecuada colocación del tubo de doble lumen y una  $\text{FiO}_2$  de 100%, existe un cierto número de pacientes los cuales presentarán hipoxemia y desaturación de oxígeno; en estos casos existen algunas alternativas para mejorar la oxigenación. La aplicación selectiva de PEEP (presión positiva al final de la espiración) al pulmón inferior es la primera alternativa, su efecto benéfico depende de un aumento de volumen al final de la espiración (CFR), que mejore la relación V/Q en dicho pulmón al impedir el cierre alveolar al final de la espiración. Sin embargo, los pacientes que tienen una CFR adecuada y una  $\text{PO}_2$  relativamente alta, pueden perjudicarse con el uso de PEEP, ya que la aplicación de este, generaría en estos pacientes un incremento del volumen pulmonar, que colapsaría los vasos pulmonares generando un aumento de la resistencia vascular pulmonar; secundario a esto habría un mayor corto circuito hacia el pulmón superior que no esta ventilado causando disminución de la  $\text{PO}_2$ . Por lo que la aplicación de PEEP sólo es benéfica en los pacientes con  $\text{PO}_2$  baja y CFR baja.

El uso de CPAP (presión positiva continua a la vía aérea) es una método eficaz para mejorar la oxigenación, la aplicación de 5 a 10  $\text{cmH}_2\text{O}$  al pulmón superior conserva la permeabilidad de los alveolos superiores y permite que ocurra cierta captación de oxígeno; además genera cierta desviación del flujo hacia el pulmón inferior que está ventilado. Con esta presión de 5 a 10

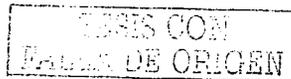
cmH<sub>2</sub>O, no se interfiere con la exposición quirúrgica ni crea un movimiento excesivo. La aplicación de niveles de CPAP más alto no se recomienda, ya que distiende en exceso el pulmón e interfiere con la cirugía. Si a pesar de las maniobras anteriores no mejora la oxigenación, se puede hacer ventilación de ambos pulmones intermitentemente con la cooperación del cirujano; en este punto, hay que enfatizar que antes de realizar cualquiera de estas maniobras hay primero que asegurar una correcta colocación del tubo de doble lumen y cuando se está usando un tubo derecho, se debe asegurar la ventilación del lóbulo superior.

## **6.-Manejo Postoperatorio.**

En el manejo postoperatorio de los procedimientos endoscópicos hay dos puntos principales a cubrir, que son el dolor, así como la náusea y vómito postoperatorio (NVPO).

### **6.1.-Manejo de Dolor Postoperatorio.**

El dolor postoperatorio en los procedimientos endoscópicos alcanza menor puntaje si se compara con los procedimientos abiertos, no obstante un número considerable de pacientes puede experimentar dolor postoperatorio importante. Existen diferencias en las características del dolor entre los procedimientos abiertos y los realizados endoscópicamente y aún entre estos últimos entre sí.



En la colecistectomía laparoscópica el dolor tiene diferentes fuentes de origen y tiempos de instalación; en las primeras 8 horas es más importante el dolor visceral y parietal, los cuales en el transcurso de las primeras 24 horas van a disminuir y entonces se hará aparente el dolor en hombro derecho, el cual tiene características de dolor neuropático agudo que representa la principal queja en el segundo día postoperatorio.

La etiología del dolor en hombro derecho cuando se utiliza la técnica con gas, puede explicarse por efectos directos del CO<sub>2</sub> sobre el nervio frénico; se ha demostrado que existe gas residual después de cualquier procedimiento con gas y que este tiende a acumularse subdiafragmáticamente en el lado derecho, lo cual provoca distensión e irritación constante del nervio frénico. Se ha demostrado que la aspiración de gas al final de la cirugía disminuye considerablemente los requerimientos de morfina; así mismo se ha demostrado también mediante rayos X que las burbujas de gas son mayores del lado derecho y que a mayor diámetro de la burbuja, mayor será la intensidad del dolor.

Se ha intentado controlar el dolor postoperatorio mediante la irrigación subdiafragmática y del lecho hepático con anestésicos locales, sin embargo esto ha sido de poca utilidad y por el contrario se ha asociado a periodos de hipoxia por paresia diafragmática.

En lo que respecta a los procedimientos ginecológicos la histerectomía y los procedimientos diagnósticos presentan un dolor similar al de la colecistectomía y por su parte, en la oclusión tubaria existe mayor liberación de prostaglandinas siendo el dolor similar al de la dismenorrea.

Cuando se emplean técnicas endoscópicas sin gas, las características del dolor son muy diferentes, siendo nulo el dolor en hombro derecho, pero el dolor a nivel de pared abdominal es más severo debido al empleo de retractores y probablemente requiera de un manejo más agresivo.

El empleo de analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos (AINE's) logra una disminución importante en los puntajes de dolor postoperatorio, pero hasta un tercio de los pacientes requerirán uso de narcóticos. A pesar de lograr un control adecuado del dolor, no hay una mejoría absoluta de la función ventilatoria postoperatoria, por lo que se puede argumentar que la disfunción ventilatoria no depende únicamente exclusivamente del control de dolor postoperatorio.

A pesar de que el dolor postoperatorio en cirugía toracoscópica es mucho menor comparado con la variante abierta, se cuenta con múltiples recursos que aunque inicialmente fueron descritos para toracotomía, se pueden utilizar indistintamente según el grado de dolor postoperatorio en cirugía toracoscópica.

En primer término contamos con el bloqueo nervioso paravertebral. Este espacio contiene nervios espinales, ramos dorsales y ramos comunicantes; hacia la parte anterior contiene también la cadena simpática ganglionar. La inyección de anestésicos locales en dicho espacio, produce analgesia ipsilateral. Es una técnica relativamente sencilla y evita las posibles complicaciones de un bloqueo central, con una sola inyección de 0.5ml/kg de anestésicos locales se alcanza una extensión de 9 dermatomas. Si se utiliza una aguja de Tuohy para el bloqueo paravertebral, se puede introducir un

catéter y dejar in situ para infusión continua de anestésicos locales, en su defecto dicho catéter se puede colocar en forma directa al momento del acto quirúrgico.

La analgesia peridural es otra forma de controlar adecuadamente el dolor postoperatorio y secundario a esto reducir los días de estancia en la unidad de terapia intensiva y los días totales de estancia hospitalaria. Al igual que otras técnicas peridurales se puede dejar un catéter para infusión continua. El uso de opioides en la infusión continua peridural permite un mejor control del dolor y una recuperación más rápida de la función pulmonar que cuando se utilizan a dosis equivalentes por vía intravenosa, no obstante, pueden causar efectos adversos como prurito y más importante depresión respiratoria severa con hipoxemia.

La analgesia interpleural por su parte, es una técnica efectiva para control de dolor postoperatorio, requiere de un catéter que puede ser colocado por vía toracoscópica ó percutánea y su efecto analgésico se genera al difundirse el anestésico local entre la pleura parietal y visceral.

Por último la administración sistémica de analgésicos opioides es ampliamente utilizada por su facilidad de aplicación y se puede combinar con AINE's; sin embargo, las dosis utilizadas que permiten una ventilación espontánea segura difícilmente proporcionan una adecuada cobertura analgésica, por lo que es mejor utilizarlos como adyuvantes de una técnica regional.

## **6.2.-Nausea y Vómito Postoperatorio.**

La incidencia de náusea y vómito postoperatorio (NVPO) en los procedimientos de cirugía general es de aproximadamente un 20 a 30%, pero en los procedimientos endoscópicos este porcentaje aumenta hasta 53%, en procedimientos ginecológicos hasta 60% y si aparte el paciente tiene historia de NVPO la incidencia aumenta hasta 70%.

Las causas de NVPO son múltiples y se atribuye al uso de opioides, óxido nítrico, y a efectos relacionados con la insuflación de gas y estimulación peritoneal.

Actualmente contamos con una variedad de medicamentos antieméticos como el ondansetrón, granisetron, tropisetron, metoclopramida y droperidol. Recordemos que la zona quimiotáctica desencadenante del vómito a nivel del bulbo raquídeo es rico en receptores dopaminérgicos y 5HT; el ondansetrón y sus derivados actúan como antagonistas del receptor 5HT, mientras que la metoclopramida y el droperidol son antagonistas dopaminérgicos y de ahí su efecto antiemético.

Hay que tomar en cuenta que un solo antiemético no soluciona el problema y es preferible la combinación de diversos agentes a dosis bajas, así como su administración oportuna. Recientemente se ha publicado que el uso de dexametasona a dosis de 8mg en asociación con ondansetrón disminuye la incidencia de NVPO.

## **7.-Técnica sin Neumoperitoneo.**

### **7.1.-Diseño del Retractor Abdominal.**

Existe una alternativa en cirugía abdominal que evita el uso de neumoperitoneo (laparoscopia sin gas). En 1993 Wang Q, Deng S, Huang y cols., de nacionalidad china diseñaron y fabricaron el retractor abdominal, realizaron inicialmente colecistoduodenostomía en 5 perros, con buena exposición quirúrgica y logrando hacer nudos intra y extracorpóreos, argumentando bajos costos por el uso de instrumentos convencionales. Para 1994 ya habían efectuado colecistectomía, hernioplastia inguinal, sigmoidectomía y resección abdominoperineal de carcinoma rectal.

Se diseñaron diversos tipos de retractores como el de Maher (Australia), Nagai (Japón); este utilizaba alambres y neumoperitoneo, con el riesgo de penetración inadvertida a la cavidad abdominal ó la formación de un hematoma subcutáneo; el retractor de Hashimoto (Japón) sin alambres ni neumoperitoneo, hasta llegar al diseño de Chin y Moll (USA) llamado laparolift (figura 10), que utilizaba un brazo neumático fijo a la mesa quirúrgica, conectándose a una serie de hojas de retracción en abanico ó con el empleo de un balón ó dona llamado Air lift Junior Ballon, con la finalidad de levantar la pared abdominal para lograr la exposición del campo quirúrgico.

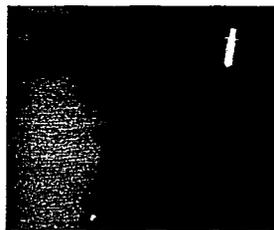


Figura 10. Retractor abdominal tipo "Laparolift".

## 7.2.-Utilidad del Retractor Abdominal y Comparación con la Técnica con Gas.

Lindgren y Koivusalo (1995), efectúan colecistectomía laparoscópica, utilizando neumoperitoneo convencional versus empleo de retractor de pared abdominal combinado con mínimo neumoperitoneo (1 a 4 mmHg). Este método se asoció con discretos eventos pulmonares y hemodinámicos, así como a una recuperación postoperatoria más rápida y estable comparada con el neumoperitoneo convencional. El mismo autor presentó en 1996 la comparación de la recuperación postoperatoria entre la técnica convencional con neumoperitoneo versus el retractor de pared abdominal y reportó que la técnica sin gas completó los criterios de recuperación tardía 7 horas mas temprano que la técnica con neumoperitoneo, propone el empleo de colecistectomía laparoscópica sin gas en el plano ambulatorio.

Existen también publicaciones en 1887, estudiándose los cambios cardiorrespiratorios durante laparoscopia ginecológica con retractor, comparada con neumoperitoneo; es el caso de Casati y cols., quienes utilizan la técnica de Hanon (balón) y concluyen que los beneficios potenciales del retractor pueden ser de utilidad en procedimientos endoscópicos de larga duración, en posición de Trendelemburg y especialmente en pacientes geriátricos con patología cardiopulmonar coexistente.

Coutre y cols., (1997), analizan los efectos hemodinámicos de la retracción peritoneal mecánica durante colecistectomía laparoscópica, haciendo uso de la ecocardiografía transesofágica, en 15 pacientes sanos sin evidencia de enfermedad cardíaca, demostrando que la distensión abdominal sin gas para esta cirugía se desarrolla un perfil hemodinámico mas estable, excepto por un breve incremento de la presión arterial media después de la inserción del retractor y sugieren que las ventajas contra el neumoperitoneo convencional deben ser confirmadas en pacientes de alto riesgo.

### **7.3.-Ventajas y Desventajas del Retractor Abdominal.**

Se ha establecido que las ventajas de la laparoscopia sin gas son: a)Evitar los efectos cardiopulmonares del CO<sub>2</sub>; b)Permite el empleo de anestesia espinal; c)Menor tiempo de recuperación postoperatoria; d)Menor incidencia de náusea y vómito; e)permite el uso de instrumentos y técnicas de sutura convencionales; f)Reduce el tiempo quirúrgico y costos por instrumental y g)Mejor coordinación visual.

Las desventajas de la laparoscopia sin gas son: a)Amplitud de campo quirúrgico menor que con la técnica con neumoperitoneo; b)Requiere de mayor relajación neuromuscular; c)Mayor dolor en el postoperatorio inmediato; d)Mayor incidencia de hematomas e infección de pared abdominal; e)El costo del equipo y f)La obesidad limita su uso.

## **8.-Avances En Cirugía Endoscópica.**

### **8.1.-Cirugía Endoscópica en el Paciente Pediátrico.**

Como ya hemos mencionado, existen importantes ventajas con algunos de los procedimientos endoscópicos. En el área de cirugía pediátrica también se ha despertado gran interés por el uso de estas técnicas.

Desde 1991, en la literatura pediátrica quirúrgica se han visto cada vez más reportes de procedimientos diagnósticos y terapéuticos realizados vía endoscópica. Existen diversas indicaciones diagnósticas y terapéuticas que se resumen en el cuadro 4.

#### **8.1.1.-Indicaciones.**

Existen cerca de 25 procedimientos endoscópicos reportados en la literatura pediátrica quirúrgica, sin embargo, la mayoría de los estudios publicados han sido realizados con muestras muy pequeñas. Los reportes comparativos entre la técnica endoscópica vs técnica abierta son pocos y la gran mayoría son

retrospectivos; los estudios más significativos son acerca de apendicectomía, esplenectomía, funduplicatura y piloromiectomía.

**Cuadro 4. Principales indicaciones diagnósticas y terapéuticas de laparoscopia pediátrica.**

<b>DIAGNOSTICAS</b>	<b>TERAPEUTICAS</b>
Testículos no palpables	Apendicitis
Anormalidades sexuales	Esplenectomía
Hernia inguinal asintomática	ERGE (funduplicación)
Atresia biliar	Orquidopexia
Dolor abdominal recurrente	Orquidectomía
Trauma abdominal cerrado	Piloromiectomía
Oncológicas	Oforectomía
Hipertensión portal	Ligadura de varicocele
Disfunción de catéteres de DVP.	Colecistectomía
	Divertículo de Meckel
	Adhesiolisis
	Nefrectomía
	Resección de linfangioma quístico
	Perforación intestinal
	Histerectomía

DVP = derivación ventrículo peritoneal. ERGE = enfermedad por reflujo gastro-esofágico.

### **Apendicectomía:**

Este procedimiento es uno de los realizados con mayor frecuencia en niños y la variante endoscópica ha adquirido gran popularidad en la práctica quirúrgica pediátrica. Las ventajas de utilizarla radican en que es un procedimiento diagnóstico y terapéutico al mismo tiempo, permite lavar e inspeccionar completamente la cavidad abdominal, menor necesidad de analgésicos postoperatorios, estancia intrahospitalaria más corta y recuperación más rápida.

Sin embargo, en algunas ocasiones pueden ocurrir complicaciones serias; en un estudio retrospectivo de 1379 apendicectomías, se reportó un índice de complicación de 1.5%; un 0.7% de pacientes requirieron de una laparotomía ó laparoscopia subsecuente. En otro estudio retrospectivo se reportó un índice de complicaciones mayores (sangrado, perforación intestinal, lesión ileal) de 4.6% en el grupo de apendicectomía laparoscópica, mientras que en el grupo de apendicectomía abierta se reportó un 0.94%; sin embargo, al comparar el índice de complicación global, el grupo de apendicectomía laparoscópica presentó un 1.5% vs 10.8% del grupo de apendicectomía abierta, por lo que se concluyó, que la variante laparoscópica presenta un índice de complicación menor que la variante abierta, no obstante conlleva un riesgo más alto en cuanto a las complicaciones mayores. Respecto a los requerimientos de analgésicos opioides postoperatorios, existe un estudio que reporta menor necesidad de estos cuando se utiliza la variante laparoscópica.

### **Esplenectomía:**

Existen diversos estudios, aunque con muestras pequeñas, los cuales comparan la esplenectomía abierta vs esplenectomía laparoscópica; la mayoría de estos concluye que la variante laparoscópica se asocia a un mayor tiempo quirúrgico, reducción del requerimiento quirúrgico de analgésicos postoperatorios, tolerancia a la vía oral más temprana y menor estancia intrahospitalaria; sin embargo también se asocia a mayor cantidad de sangrado transoperatorio y mayor incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias (neumonía, atelectasia).

### **Funduplicatura:**

La funduplicatura abierta esta asociada a cierta morbilidad perioperatoria relacionada al dolor y a complicaciones respiratorias, además se requiere de mayor cantidad de opioides intravenosos o peridurales para el control del dolor postoperatorio, lo que conlleva otro riesgo potencial; todos estos factores repercuten en un mayor tiempo de estancia intrahospitalaria, así como en la unidad de cuidados intensivos. La laparoscopia nos ofrece una alternativa de realizar la funduplicación con una reducción potencial de todos los problemas mencionados. Sin embargo en un estudio de 30 pacientes entre 18 meses a 15 años de edad sometidos a funduplicatura laparoscópica, 18 de ellos presentaron complicaciones respiratorias postoperatorias, reportando un tiempo operatorio de 150 minutos, tolerancia a la vía oral dentro de las 24 a 40 horas postoperatorias y una estancia intrahospitalaria promedio de 7 días.

En otro estudio que reporta la experiencia de las primeras 51 funduplicaturas del hospital "Royal for Sick Children" en Edimburgo, señala un rango de edad de la muestra de 5 meses a 20 años, con una duración media de la anestesia de 120 minutos, reportan que sólo un paciente requirió manejo postoperatorio en la unidad de cuidados intensivos. La analgesia postoperatoria se manejó por vía oral ó rectal en el 89% de los casos y esta pudo suspenderse en las primeras 48 horas del postoperatorio en el 95% de los casos. El tiempo promedio de alta hospitalaria fue de 2 días con un rango de 1 a 9 días. Los autores concluyeron que la funduplicatura laparoscópica en el paciente pediátrico es bien tolerada y se asocia con un menor requerimiento de analgésicos postoperatorios.

#### **Piloromiotomía:**

En neonatos la piloromiotomía laparoscópica ha sido utilizada como una alternativa para el tratamiento de la estenosis pilórica congénita y se ha asociado a un menor dolor postoperatorio, así como también a un menor trauma quirúrgico. No existen publicadas series prospectivas comparativas con la variante abierta, sin embargo los estudios publicados señalan que con la variante laparoscópica se requiere de mayor tiempo quirúrgico, se asocia a una evolución postoperatoria similar a la variante abierta en términos de tolerancia a la vía oral y alta hospitalaria. El índice de complicaciones es más alto (especialmente la perforación de la mucosa duodenal) con la técnica laparoscópica y por último la enfermedad respiratoria y cardiaca congénita en este grupo de edad se refieren como contraindicaciones para la técnica laparoscópica.

### 8.1.2.-Cambios Fisiológicos Asociados al Neumoperitoneo con CO<sub>2</sub>.

Antes de iniciar con los cambios fisiológicos en el paciente pediátrico debemos recordar lo siguiente: los neonatos establecen la resistencia vascular pulmonar (RVP) una vez que respiran al nacer, con esto aumenta el flujo pulmonar disminuyendo a su vez la PaCO<sub>2</sub> e incrementando la PaO<sub>2</sub>. Posteriormente esta RVP va disminuyendo en los siguientes 10 días de nacido cuando disminuyen el número de fibras de colágena y elastina, con lo que disminuye el grosor de la vasculatura y aumenta su diámetro; si en esta etapa se presentara hipoxemia ó acidosis, se puede generar un corto circuito de derecha a izquierda a través del foramen oval debido al aumento importante de la RVP, secundario a la inmadurez y labilidad de la vasculatura pulmonar. Por otra parte pueden existir defectos congénitos a nivel diafragmático como el foramen de Morgagni y de Bochdalek, los cuales en presencia de neumoperitoneo para cirugía endoscópica, condicionan escape de gas de la cavidad peritoneal hacia mediastino y cavidad pleural.

Las diferencias de los cambios fisiológicos entre adultos y niños son relativamente pocas, siendo estas más prominentes en los neonatos y preescolares. En primer lugar en esas etapas existen los siguientes factores: a) un gasto cardiaco dependiente de la frecuencia cardiaca (debido a la reducida complianza ventricular); b) tendencia a la bradicardia como respuesta a la estimulación visceral, hipoxia e hipovolemia; c) una tráquea corta (la cual al cambiar a la posición de Trendelenburg inversa condiciona más fácilmente desplazamiento hacia alguno de los bronquios principales); c) respiración predominantemente diafragmática (lo que ocasiona que el desplazamiento diafragmático durante el neumoperitoneo sea un serio problema si se desea

mantener la ventilación espontánea); d) posibilidad de corto circuito de derecha a izquierda a través del foramen oval.

En pacientes de más de 4 meses de edad, los cambios cardiorespiratorios son muy similares a los observados en la población adulta, mientras la cifra de neumoperitoneo sea menor de 15 mmHg. La respuesta usual a la insuflación de  $\text{CO}_2$  es un incremento de la presión sanguínea, aunque se puede observar hipotensión en algunos pacientes a causa de: hipovolemia, bradicardia (asociada a la estimulación peritoneal) y posición de Trendelenburg inversa.

En los pacientes menores de 4 meses, una cifra de neumoperitoneo de 15 mmHg ó más se asocia a depresión cardíaca importante, con disminución del gasto cardíaco debido al decremento en la contractilidad y complianza ventricular: por lo que en este grupo de edad se recomienda que la cifra de neumoperitoneo no exceda los 6 mmHg, ya que además se puede presentar un incremento importante de las RVP conduciendo a un cortocircuito de derecha a izquierda.

En un estudio con ecocardiografía en 12 pacientes pediátricos sanos sometidos a un neumoperitoneo de 10 mmHg, se demostró disminución del flujo aórtico y volumen de eyección en 67 y 68% respectivamente, así como un incremento del 62% en las RVS.

En otro estudio T.Manner y cols., sometieron a 10 pacientes pediátricos a un neumoperitoneo de 10 mmHg estudiando los cambios en la Ct (complianza torácica total), PIM (presión inspiratoria máxima) y  $\text{CO}_2$  al final de la espiración ( $\text{EtCO}_2$ ), encontrando que la posición de Trendelenburg reduce en

17% la Ct, la cual se reduce hasta en 28% posterior a la insuflación de gas; la PIM aumento en 25% posterior a la colocación del paciente en posición de Trendelemburg y hasta 30% posterior a la insuflación de gas; el EtCO<sub>2</sub> por su parte aumentó de 33 a 42 mmHg. En este estudio se llegó a la conclusión de que los cambios en la Ct, PIM y EtCO<sub>2</sub> son de menor magnitud que los reportados en otros estudios en población adulta, lo cual atribuyeron a las diferencias en la configuración anatómica de la caja torácica y a la mayor distensibilidad de los compartimientos torácicos en la población pediátrica.

La absorción de CO<sub>2</sub> en el paciente pediátrico es mayor que en el adulto, debido a que existe una mayor superficie de absorción en relación al peso corporal y por las características del peritoneo, el cual es más delgado y cuenta con un menor grosor a nivel de los capilares.

En diversos estudios se ha observado un incremento importante en el gradiente alveolo-arterial de CO<sub>2</sub>, lo que sugiere que la cifra de EtCO<sub>2</sub> no siempre es un indicador fiable de la PaCO<sub>2</sub>; incluso en algunos estudios se ha visto que el incremento del gradiente es proporcional a la cifra de presión del neumoperitoneo. Lo anterior obedece a que la CFR (capacidad funcional residual) es baja en el paciente pediátrico y que esta se reduce aún más a causa de: el desplazamiento diafrágico durante el neumoperitoneo, disminución de las dimensiones de la caja torácica y disminución del tono muscular. Si la CFR cae por debajo de la capacidad de cierre, las vías aéreas de pequeño calibre se colapsan, generando la formación de atelectasias, alteraciones V/Q e hipoxemia. Por otra parte el grado de hipovolemia, disminución del gasto cardiaco, así como el plano anestésico también influyen en el incremento del gradiente alveolo arterial de CO<sub>2</sub>.

### 8.1.3.-Complicaciones.

En los pacientes pediátricos existen algunas consideraciones anatómicas que destacar: gran parte del hígado se encuentra por debajo del borde costal, donde es más susceptible a ser lesionado en el momento de la inserción del Trocar; la vejiga por su parte es intrabdominal, por lo que también se encuentra en riesgo de ser lesionada.

De manera similar al paciente adulto, en el paciente pediátrico existen potencialmente las mismas complicaciones y el tratamiento para fines prácticos viene siendo el mismo, sin embargo las más frecuentemente observadas son: hematoma de pared abdominal, perforación de estómago, perforación de ovario, neumotórax, enfisema subcutáneo y lesión vascular. La incidencia de estas complicaciones es del 5.8%; si excluimos el enfisema subcutáneo dicha incidencia disminuye hasta 1.18%. Cuando se utiliza la aguja de Verres para crear el neumoperitoneo la incidencia es del 2.6% y de 1.8% cuando se emplea la técnica de minilaparotomía. Las lesiones importantes de vejiga, intestino y grandes vasos se estima en 0.39%

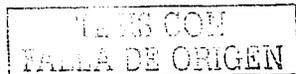
Se ha reportado también hipertermia progresiva durante cirugía toracoscópica en pacientes menores de 5 kg de peso y en pacientes en los que el procedimiento toracoscópico es de más de 200 minutos de duración. Lo anterior se puede atribuir al calor generado por el endoscopio; se estima que un endoscopio genera una energía constante de 28.5 Joules/minuto, que equivale a 1217 calorías, lo cual es suficiente para elevar la temperatura del paciente 2 grados centígrados en un procedimiento prolongado.

#### **8.1.4.-Valoración Preoperatoria.**

En los pacientes pediátricos se pueden presentar una amplia gama de escenarios, que van desde el plano ambulatorio, hasta el paciente que requiere un procedimiento quirúrgico de emergencia ó el paciente con enfermedad severa de base. La historia clínica y exploración física, deben dirigirse a la búsqueda de condiciones médicas que puedan tener un impacto en el manejo perioperatorio del paciente. Se debe descartar una cardiopatía congénita no diagnosticada, compresión traqueal, síndromes genéticos que condicionen una vía aérea de difícil acceso y alteraciones musculoesqueléticas que limiten el uso de técnicas regionales. Los pacientes sometidos a funduplicatura frecuentemente tienen daño neurológico, con reflejos protectores de la vía aérea inadecuados, además que pueden cursar con complicaciones pulmonares crónicas de la enfermedad por reflujo, como son: asma, neumonía y neumonitis.

Los estudios de laboratorio dependen del estado clínico del paciente más que del procedimiento a realizar, otros estudios como el EKG y pruebas de función pulmonar deben realizarse de acuerdo al juicio clínico del anestesiólogo.

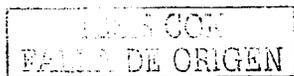
Aunque la pérdida sanguínea en general es menor comparada con la variante quirúrgica abierta, en ocasiones existe la necesidad de convertir el procedimiento en laparotomía ó toracotomía, lo que condiciona un mayor sangrado transoperatorio, así mismo puede ocurrir una lesión vascular mayor y hemorragia. por lo que siempre debe contarse con sangre disponible.



Se debe realizar una cuidadosa valoración del paciente con una masa mediastinal anterior, dependiendo de la localización de esta y si la misma condiciona compresión traqueal, se debe tener extremo cuidado tanto en la premedicación como en la inducción anestésica; ya que cualquiera de las anteriores puede conducir a obstrucción total de la vía aérea e imposibilidad de ventilación con mascarilla o tubo endotraqueal. La tomografía axial preoperatoria es una guía útil para planear una técnica anestésica segura; la compresión de más del 50% de la luz traqueal identifica a los pacientes de alto riesgo de obstrucción total y pérdida de la vía aérea asociada a la inducción anestésica, en tales casos se debe diferir el procedimiento y someter al paciente a quimioterapia o radioterapia preoperatoria para disminuir el tamaño de la masa. Si se llegara a dar el caso en el cual no sea conveniente diferir la cirugía, se debe realizar una inducción anestésica manteniendo la ventilación espontánea, si a pesar de eso ocurre una obstrucción total de la vía aérea, la introducción de un broncoscopio rígido puede ser de utilidad para salvar la vida del paciente.

La premedicación debe evitarse en los pacientes con signos de obstrucción de la vía aérea, para el resto de los pacientes se puede utilizar el midazolam ya sea por vía oral, intranasal ó intravenosa. Se puede utilizar también en la premedicación un anticolinérgico para evitar la bradicardia asociada a la distensión peritoneal y estimulación visceral.

Antes de iniciar el procedimiento se deben asegurar dos accesos venosos de buen calibre, por si se presenta alguna complicación quirúrgica que condicione hemorragia. La colocación de un catéter venoso central se reserva para los casos en los que no es posible el acceso venoso periférico. El

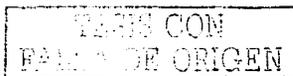


monitoreo invasivo debe ser juicioso y guiado por el estado físico del paciente.

#### **8.1.5.-Manejo de la Ventilación Selectiva en el Paciente Pediátrico.**

La cirugía toracoscópica en el paciente pediátrico también requiere de la ventilación pulmonar selectiva para mejorar el campo quirúrgico. Los tubos de doble lumen más pequeños solo están disponibles en número 28 F, por lo que su uso queda limitado a pacientes mayores de 30-35 kg. Este tipo de tubos debe ser utilizado siempre que sea posible, ya que nos da la opción de aislar adecuadamente un pulmón, proveer ventilación a ambos pulmones y nos brinda la oportunidad de administrar CPAP al pulmón colapsado para mejorar la oxigenación.

El Univent, es un tubo de lumen único que cuenta con un bloqueador bronquial que se introduce a través de un túnel incorporado a un costado del tubo, de esta manera el bloqueador bronquial puede ser avanzado hasta el bronquio principal deseado, lo anterior puede ser realizado a ciegas o bajo visión directa con un broncoscopio flexible. Las mayores ventajas del Univent son: la facilidad de colocación, puede proveer ventilación intermitente a ambos pulmones, insuflación de oxígeno a través del bloqueador bronquial hacia el campo operatorio y en caso de ser necesario el apoyo ventilatorio postoperatorio se puede dejar colocado el Univent sin necesidad de cambiar el tubo. Se han lanzado al mercado tubos Univent con diámetro interno 3.5 a 4.0, sin embargo, al considerar el diámetro externo de los mismos, presentan un tamaño mucho mayor que el de sus análogos convencionales; por ejemplo, el



Univent 3.5 tiene un diámetro externo de 7.5 a 8mm, por lo que el empleo del Univent queda limitado a pacientes mayores de 4 a 6 años de edad.

Para los pacientes que son demasiado pequeños para usar el Univent existen otras dos opciones que son: el uso de bloqueador bronquial ó la intubación endobronquial selectiva con un tubo convencional, con esta última no es posible proveer ventilación intermitente a ambos pulmones, ya que requiere el movimiento del tubo desde el bronquio principal hasta la tráquea.

Por otra parte, la intubación endobronquial selectiva con tubo convencional es técnicamente difícil; la colocación del tubo en el bronquio principal derecho, puede ser realizada de manera exitosa utilizando una técnica a ciegas, ya que al estar menos angulado que el bronquio principal izquierdo favorece la inserción. La intubación selectiva del bronquio principal izquierdo, al contrario de su homólogo contralateral, es mucho más difícil cuando se utiliza una técnica ciega, en este caso, puede incrementarse el índice de inserción exitosa si se realiza una inversión de la curvatura normal del tubo con una guía metálica (de manera que el segmento cóncavo de la sonda se vuelva convexo) y entonces el ángulo del bisel distal se encuentre de cara con la pared lateral derecha de la tráquea y el ojo de Murphy con la pared lateral izquierda de la tráquea; una vez que el tubo se encuentra en la porción media de la tráquea, la guía es retirada y el tubo avanzado; si se gira la cabeza del paciente hacia el lado derecho se puede incrementar el índice de éxito. Si la inserción a ciegas del tubo no es exitosa se puede recurrir al apoyo radiológico ó broncoscópico, en este último la tráquea se intuba de manera convencional, y posteriormente se avanza el broncoscopio a través del tubo hasta llegar al bronquio principal deseado. para después utilizarlo como guía para avanzar el tubo hasta el

bronquio principal. Actualmente existen broncoscopios neonatales de diámetro externo 2-3 mm, los cuales pueden ser avanzados sin problema en un tubo endotraqueal de diámetro interno 3.5 mm; no obstante, entre menor es el diámetro externo del broncoscopio, mayor es su flexibilidad limitando su uso como guía para la intubación de bronquio principal.

Para fines de la intubación bronquial selectiva con tubo convencional, se recomienda el uso de tubos con globo en pacientes mayores de 2 años de edad, dicho tubo debe ser de 0.5 a 1 mm de diámetro interno menor del correspondiente para la edad del paciente, debido a que el globo aumenta el diámetro externo del tubo y además el bronquio principal tiene un diámetro menor que la tráquea.

La última opción para ventilación selectiva en pacientes pediátricos menores de 4 años de edad es el uso de un bloqueador bronquial, utilizando para este fin un catéter de Fogarty, el cual puede ser colocado a ciegas o bajo visión fluoroscópica ó broncoscópica. Otras alternativas que pueden utilizarse como bloqueadores bronquiales, son los catéteres de atrioseptostomía ó de arteria pulmonar; estos últimos tienen la ventaja de contar con un canal central que permite realizar succión para favorecer el colapso del pulmón que está siendo operado y además permite la administración de CPAP en caso necesario.

Los bloqueadores bronquiales se pueden colocar a un costado del tubo endotraqueal o por dentro de ellos; en esta última modalidad se tiene la desventaja de que el bloqueador bronquial disminuye el área luminal del tubo, incrementando la resistencia de la vía aérea. Existe el riesgo con el uso de cualquier bloqueador bronquial, que durante el posicionamiento del paciente

pueda perder su ubicación, herniándose hacia la tráquea impidiendo la ventilación de ambos pulmones; por lo que se debe tener precaución y verificar el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal cuando se cambia de posición al paciente. Cuando se coloca un bloqueador en el bronquio principal izquierdo, existe menor riesgo de herniación hacia la tráquea, debido a que el bloqueador se encuentra en una situación más profunda dentro del bronquio.

El tamaño del catéter de Fogarty debe ser elegido según el tamaño del paciente y debe ser este mayor de 3F, ya que los de menor tamaño cuentan con un globo demasiado pequeño que no proporciona un sellado adecuado. Se debe evitar sobreinflar el globo del bloqueador bronquial para evitar edema bronquial postoperatorio.

Al igual que en el adulto, el volumen corriente sugerido es de 8 a 10ml/kg, en los pacientes pediátricos se puede usar CPAP en el pulmón que está siendo operado y PEEP en el pulmón declive, de manera juiciosa si se requiere mejorar la oxigenación: así mismo, si la situación clínica lo amerita se puede administrar ventilación a ambos pulmones de manera intermitente. En ocasiones, cuando se realiza ventilación selectiva con el paciente en decúbito dorsal se puede presentar desaturación arterial de oxígeno, en este caso no debe abandonarse la técnica de ventilación selectiva de inmediato, sino proceder a colocar al paciente en decúbito lateral (si esta es la posición quirúrgica deseada), ya que al ser puesto en dicha posición, se mejora la relación V/Q y el paciente puede probablemente tolerar mejor la ventilación selectiva.

Siempre que la edad del paciente lo permita, se debe usar el tubo de doble lumen. La inserción del tubo y el manejo del mismo es similar al descrito en el la sección sobre ventilación selectiva en el paciente adulto.

#### **8.1.6.-Técnica Anestésica.**

No existe una técnica anestésica ideal, la valoración preoperatoria nos dará la mejor pauta para la elección de la técnica adecuada. La inducción puede realizarse inhalada ó intravenosa; el agente inhalado ó inductor utilizado para dichos fines dependerá de las necesidades del paciente y del evento quirúrgico. Se ha visto en pacientes pediátricos, que la anestesia total intravenosa con propofol y fentanil proporciona mayor estabilidad cardiovascular en procedimientos endoscópicos en el paciente pediátrico, al evitar los efectos depresores cardiovasculares de los halogenados, además, los efectos antieméticos del propofol en dicha técnica, disminuyen la incidencia de náusea y vómito postoperatorio.

Las técnicas anestésicas regionales para la población pediátrica, están limitadas debido a la poca cooperación de los mismos que es propia de la edad.

Para el caso de los procedimientos toracoscópicos, están descritas las mismas técnicas regionales que en el adulto, aunque al igual que las técnicas regionales para procedimientos abdominales, están limitadas por la poca cooperación de los pacientes en edad pediátrica; por lo tanto, quedan

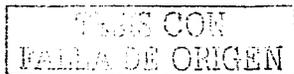
reservadas para pacientes en los cuales el riesgo de una anestesia general es inaceptablemente alto.

El uso de bloqueo peridural torácico, debe ser realizado por personal experto en el manejo del paciente pediátrico, ya que es técnicamente difícil. La anestesia interpleural (IPA) podría funcionar como una opción para procedimientos toracoscópicos en el paciente pediátrico, pero su uso como tal no ha sido publicado.

#### **8.1.7.-Manejo Postoperatorio.**

El dolor así como la náusea y vómito postoperatorio (NVPO) son los principales puntos a cubrir en el manejo postoperatorio. Para procedimientos abdominales se pueden usar una combinación de paracetamol, antiinflamatorios no esteroideos (AINE's) y un opiode. Así mismo, se puede realizar la infiltración de anestésicos locales con vasoconstrictor en el sitio de inserción del trocar y con esto se evita el dolor y se reduce el sangrado, sin embargo, esta maniobra debe complementarse con la administración intravenosa de un AINE ó un opiode. Finalmente, se debe siempre tener en cuenta el estado físico del paciente, estado respiratorio y tipo de cirugía, así como los recursos humanos disponibles para el cuidado postoperatorio con el fin de elegir un esquema analgésico adecuado.

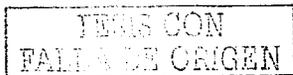
En el manejo del dolor postoperatorio en cirugía toracoscópica, se han descrito técnicas regionales como el bloqueo paravertebral, bloqueo peridural, anestesia interpleural (IPA) y bloqueos intercostales múltiples. Respecto al



uso de anestésicos locales en el paciente pediátrico, debemos tomar en cuenta lo siguiente: a) la absorción del anestésico local es más rápida debido al mayor gasto cardiaco en relación a la masa corporal; b) las proteínas que fijan los anestésicos locales como la glucoproteína ácida alfa se encuentra disminuida en pacientes menores de un año (lo que condiciona una mayor cantidad de fracción libre del fármaco); c) El sistema microsomal hepático es inmaduro en lactantes (lo que puede condicionar un aumento de la concentración plasmática de anestésicos locales).

Lo anterior haría pensar en una mayor predisposición a la toxicidad en los pacientes pediátricos, sin embargo, estos presentan un volumen de distribución de fase estable mayor que el del adulto, lo que condiciona que las concentraciones plasmáticas totales sean menores que las esperadas; no obstante, se debe tener precaución si se manejan infusiones de anestésicos locales en pacientes menores de un año, porque aún así corren el riesgo de presentar un efecto acumulativo y con esto toxicidad por anestésicos locales.

El bloqueo peridural para manejo de dolor postoperatorio, puede ser realizado incluso en lactantes, el catéter peridural puede ser colocado por vía caudal, lumbar y torácica, debido a que a esta edad existe menor vasculatura y grasa peridural el catéter avanza con facilidad; así mismo el bloqueo peridural en el paciente pediátrico se caracteriza por su estabilidad hemodinámica (ya que el tono simpático de base no está bien desarrollado), dicha técnica se puede combinar con opioides, lo que reduce la cantidad total de anestésico local necesaria para una buena analgesia y a diferencia del adulto, existen reportes que señalan una incidencia menor de depresión respiratoria.



El uso de IPA ha demostrado ser de utilidad en el control del dolor postoperatorio, sin embargo, se ha notificado que existe una gran absorción sistémica de anestésicos locales, lo que condiciona una mayor concentración plasmática cercana a los niveles tóxicos.

Cualquier modalidad de analgesia postoperatoria regional, debe complementarse con la administración de un AINE. Se ha visto que el uso de diclofenaco es de gran utilidad, ya que prolongan el beneficio de la técnica regional, sin embargo debe evitarse en pacientes en los cuales es probable que exista daño renal.

Para el control de la NVPO se puede emplear con buenos resultados la metoclopramida, cisaprida y ondansetrón, el uso de bloqueadores  $H_2$  como la ranitidina también ha mostrado ser de utilidad; así mismo el realizar una descompresión gástrica al final del procedimiento con una sonda orogástrica disminuye la incidencia de NVPO.

## 8.2.-Cirugía Endoscópica en el Paciente Crítico.

Como hemos visto la cirugía endoscópica se ha realizado en múltiples escenarios clínicos, sin embargo, en sus inicios surgió una gran interrogante: ¿están limitadas estas técnicas a pacientes ASA I y ASA II?. Afortunadamente hoy en día tenemos grandes avances tecnológicos, así como nuevos fármacos anestésicos que nos permiten ofrecer al paciente mayor seguridad durante el procedimiento anestésico; no obstante, siempre que utilicemos insuflación de gas nos enfrentaremos a cambios hemodinámicos y cardiopulmonares, por lo

que el anestesiólogo deberá prestar especial atención a los siguientes factores: a)efectos mecánicos de la presión intraperitoneal aumentada; b)efectos del CO<sub>2</sub> absorbido; c)Control de la hipercarbia/ventilación minuto; d)Estado de volumen intravascular; e)nivel absoluto de presión intraperitoneal; f)Posición quirúrgica; g)técnica anestésica; h)morbilidad cardiovascular asociada.

Uno de los primeros en dar respuesta a esta gran interrogante fue Safran y cols., en 1993, al publicar su experiencia en el manejo de 15 pacientes cardíacos de alto riesgo ASA III-IV, monitorizados en forma invasiva con catéter arterial radial y pulmonar, bajo anestesia general, observando que la insuflación produjo aumento en la presión arterial media, así como de las RVS, con disminución del índice cardíaco y de la saturación venosa de oxígeno: este último como factor predictivo de deterioro hemodinámico (7 pacientes). Estos autores sugirieron, al no tener complicaciones cardíacas perioperatorias, que la laparoscopia puede realizarse en forma segura en estos pacientes bajo un monitoreo intraoperatorio agresivo.

En ese mismo año, Brandt y cols., realizan laparoscopias diagnósticas en la unidad de terapia intensiva, para evitar una laparotomía no terapéutica (25 pacientes): obteniendo una certeza diagnóstica de 96% ante la sospecha de abdomen agudo, evitando laparotomía en 5 casos y por lo tanto, recomendó este procedimiento diagnóstico como guía segura y eficaz en este tipo de pacientes. El mismo autor en 1994, aplica la laparoscopia diagnóstica en pacientes traumatizados con sospecha de colecistitis alitiásica (9 casos), encontrando 4 casos positivos y el resto negativos; confirmando la utilidad de éste método antes de una laparotomía: en este último estudio no hubo mortalidad.

Hasta la fecha se han publicado un sin fin de reportes en pacientes de este tipo, sin embargo uno de los más significativos es el estudio publicado en 1995 por Whaba y cols., al realizar un metaanálisis de una recopilación bibliográfica de las principales revistas de anestesia (*Anesthesiology*, *Anaesthesia* y *Analgesia*, *British Journal of Anaesthesia* y *Canadian Journal of Anaesthesia*), concluyendo que la insuflación de CO<sub>2</sub> ocasiona disminución del índice cardiaco, aumento de la presión arterial media y de las resistencias vasculares sistémicas en forma inmediata, con una restauración parcial a los pocos minutos. Se evidenció disminución en la distensibilidad pulmonar, el oxígeno tisular, falsedad del gradiente PaCO<sub>2</sub>-EtCO<sub>2</sub>, así como disminución de los volúmenes y capacidades pulmonares con un patrón restrictivo y atelectasias postoperatorias.

Es importante mencionar que en este trabajo de Whaba y cols., se utilizaron métodos de monitoreo invasivo y no invasivo, como son el catéter arterial pulmonar, ecocardiografía transesofágica y la bioimpedancia torácica. El autor recomienda el uso de monitoreo invasivo y no invasivo en forma juiciosa para los pacientes ASA III-IV, técnicas de insuflación y desuflación del neumoperitoneo en forma gradual, presiones intrabdominales a 10 mmHg y posición quirúrgica no mayor a 10 grados.

Siguiendo estas recomendaciones, Dhoste y cols., en 1996, reportaron que en el paciente geriátrico ASA III sometido a colecistectomía laparoscópica (16 pacientes), se obtienen incrementos del 19% en el índice cardiaco, 21% en la frecuencia cardiaca, 19% en la presión arterial media y 8% en la saturación venosa mezclada, sin presentarse modificaciones en el Qs/Qt y con un gradiente PaCO<sub>2</sub>-EtCO<sub>2</sub> estable.

### 8.3.-Cirugía Endoscópica en el Paciente Obeso.

La obesidad es un trastorno metabólico frecuente, al igual que otras patologías es susceptible de tratamiento médico y quirúrgico, la cirugía endoscópica a ofrecido también a estos enfermos una gran alternativa de tratamiento.

La obesidad se define de acuerdo con el peso corporal ideal, o mejor aún de acuerdo con el índice de masa corporal (IMC), este último puede calcularse dividiendo el peso (en kilogramos) sobre la estatura (en metros) al cuadrado. Los pacientes que tienen un IMC mayor a 28 ó un peso mayor al 20% del peso corporal ideal se consideran obesos. En EUA un tercio de la población satisface este criterio para ser obeso y la población de personas con IMC mayor a 28 han aumentado en 8%, en Europa se estima que cerca del 23% de la población es obesa. Los obesos mórbidos son aquellos que tienen un IMC mayor a 35 o pesan más de 45 kg del peso corporal ideal.

La obesidad va de la mano con la afección de muchos sistemas orgánicos, fisiológicos y bioquímicos, que se relacionan con muchas enfermedades, así como con muerte prematura y severas complicaciones en el ámbito anestésico-quirúrgico.

Existen dos formas de distribución de grasa corporal: la de tipo androide se acompaña de distribución principalmente troncal (índice cintura cadera de 0.9 en varones y 0.8 en mujeres); en la de tipo ginecoide se distribuye la grasa principalmente en glúteos y muslos. La primera está mas asociada a problemas cardiovasculares y a mayor consumo de oxígeno, la segunda presenta una menor actividad metabólica y no se relaciona con tanta solidez a problemas

cardiovasculares. La grasa distribuida intrabdominalmente se vincula en particular con riesgo cardiovascular y disfunción ventricular izquierda.

### **8.3.1.-Fisiopatología.**

#### **Cambios Respiratorios.**

Los sujetos obesos presentan una elevación del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y de la producción de  $CO_2$  ( $VCO_2$ ), no obstante el índice metabólico basal en relación con la superficie corporal es casi siempre normal. El incremento del  $VO_2$ , está condicionado por la actividad metabólica de la grasa y por el aumento del consumo energético secundario a la elevación en el trabajo respiratorio, ya que deben vencer una gran carga para mover el abdomen y el tórax durante la respiración, así como mantener un volumen minuto alto para conservarse normocápicos ante el incremento del  $VCO_2$ . Cuando son sometidos a ejercicio físico, aumentan el  $VO_2$  y  $VCO_2$  más bruscamente que un sujeto normal; así mismo aumenta mucho más el costo de oxígeno para la respiración, lo que supone ineficiencia de los músculos respiratorios.

La carga de masa que se impone al tórax y al abdomen repercute en las funciones dinámicas y estáticas pulmonares, cuando se encuentran en bipedestación, se encuentra reducida la capacidad funcional residual (CFR) y el volumen de reserva espiratoria, por lo que puede disminuir la ventilación a los límites de la capacidad de cierre, con la consiguiente alteración V/Q y corto circuito de derecha a izquierda con hipoxemia; esta última empeoraría al asumir la posición de decúbito al disminuir aún más la CFR. A pesar de

conservar la adaptabilidad pulmonar, existe un aumento de la resistencia de la vía respiratoria, a expensas de una disminución de la adaptabilidad de la pared torácica.

La gran mayoría de los obesos se mantienen normocápnicos a expensas de un volumen minuto alto, no obstante, si existe un empeoramiento de la obesidad, una enfermedad pulmonar ó hipertensión pulmonar, pueden presentar el síndrome de hipoventilación por obesidad, que consiste en: pérdida del impulso hipercápnico, apnea del sueño, hipersomnolencia y posibilidad de dificultades de vía aérea; existe otra entidad conocida como síndrome de Piewick, que consiste en: hipercapnia, hipoxemia, policitemia, hipersomnolencia, hipertensión pulmonar, e insuficiencia biventricular.

#### **Cambios Cardiovasculares.**

A nivel cardiovascular, aumenta el volumen sanguíneo circulante, el volumen plasmático y el gasto cardíaco de manera proporcional al peso y al  $VO_2$ . El flujo sanguíneo renal y cerebral se conserva normal, pero el flujo esplácnico aumenta un 20%. El flujo sanguíneo normal a tejido adiposo es de 2-3 ml por cada 100 gr de tejido, en un paciente obeso con masa adiposa de 50 kg, se genera un flujo sanguíneo adicional de 1.5 a 2 litros por minuto. La diferencia arterio-venosa sistémica de oxígeno se conserva, debido a que el gasto cardíaco aumenta de forma proporcional al  $VO_2$ . La frecuencia cardíaca se mantiene normal, cuando aumenta el gasto, aumenta el volumen sistólico. Los principales cambios cardiovasculares en el paciente obeso al asumir la posición de decúbito se resumen en el cuadro 6 que se muestra a continuación.

**Cuadro 5. Principales Cambios Cardiovasculares Asociados a la Posición de Decúbito en Pacientes obesos.**

AUMENTA	DISMINUYE
Consumo de oxígeno 11%	Resistencias vasculares 21%
Gasto cardíaco 35%	Frecuencia cardíaca 6%
Índice cardíaco 35%	Diferencia arterio-venosa oxígeno 17%
Presión arterial pulmonar 31%	
Presión en cuña 44%	
Corto circuito (Qs-Qt) 17%	

La hipertensión arterial sistémica, acompaña con frecuencia a la obesidad. El gasto cardíaco aumenta de manera más súbita que en personas normales, puede además acompañarse de aumentos de la presión diastólica final del ventrículo izquierdo y de la presión capilar pulmonar en cuña. Los pacientes normotensos obesos y sin cardiopatía tienen una función miocárdica normal pero con precarga y postcarga elevada. En el 20% de los sujetos obesos se encuentra aumento del diámetro cardíaco en una tele de tórax, no obstante, una cantidad considerable, conserva una función ventricular izquierda normal a pesar de la sobrecarga circulatoria crónica. Aquellos que presentan un engrosamiento de la pared del ventrículo izquierdo, pueden mantener fracciones de eyección normales en reposo, sin embargo, no pueden aumentar la fracción de eyección cuando se someten a esfuerzos. Los que tienen una pared de ventrículo izquierdo delgada, tiene alterada la función sistólica de este. La vasculatura pulmonar también sufre repercusiones como hipertensión arterial pulmonar, a causa de los aumentos de los flujos y volúmenes sanguíneos, además, la hipertensión pulmonar puede ser exacerbada o

precipitada por la vasoconstricción pulmonar hipóxica, secundaria a la alteración de la estática pulmonar antes mencionada.

### **Cambios Endocrinos.**

Para conservar un peso estable, los sujetos obesos tienen que ingerir una carga calórica mayor a lo normal, la cual posteriormente se relacionará con la superficie corporal. Muchos pacientes obesos presentan intolerancia a la glucosa, con hipertrofia de los islotes pancreáticos e hiperinsulinemia, lo que se refleja en una alta prevalencia de diabetes mellitus en este tipo de pacientes. Así mismo es frecuente encontrar cifras alteradas de los perfiles lipídicos, que repercuten en una alta incidencia de cardiopatía isquémica.

### **Cambios Gastrointestinales.**

En los pacientes obesos en ayuno que se someterán a procedimientos quirúrgicos, se ha observado en algunos estudios, un aumento del volumen gástrico y disminución de pH (más de 2.5 ml y menos de 2.5 de pH), lo que supone un riesgo elevado de neumonitis por aspiración; así mismo se ha observado en esta población mayor prevalencia de hernias esofágicas y de aumento de presión intrabdominal, esta última en relación lineal con el sobrepeso.

Sin embargo Harter y cols., realizaron un estudio comparativo entre sujetos obesos y no obesos, en 256 pacientes, de los cuales 232 no recibieron premedicación a base de antiácido ó procinético, midiendo después de la inducción anestésica el volumen y pH gástrico, encontrando que solo el 26%

de los sujetos obesos tenían un volumen gástrico  $>25$  ml con pH  $<2.5$ ; en comparación con el 42% de los sujetos no obesos. Los autores concluyeron que los pacientes obesos no se encuentran en mayor riesgo de aspiración que los sujetos no obesos considerando el volumen y pH gástrico. No obstante hay que considerar, que los sujetos obesos como ya mencionamos tienen mayor prevalencia de hernia esofágica y aumento de presión intrabdominal, por lo que sí podrían encontrarse en un mayor riesgo de aspiración.

Por otra parte los pacientes obesos presentan aumento del contenido de grasa hepática hasta en un 90%, esto refleja la duración de la obesidad mas que la magnitud, al parecer la disfunción hepática no es detectable con las pruebas usuales de laboratorio en la mayoría de los pacientes, sin embargo, la disfunción hepática comprobable es particularmente frecuente en pacientes que han sido sometidos a procedimientos de derivación intestinal, desgraciadamente se desconoce el mecanismo de esta asociación.

### **Cambios Anatómicos de las Vías Aéreas Superiores.**

Los sujetos obesos presentan una gran acumulación de grasa en el cuello, lo que condiciona limitación de la extensión cervical y atlantoaxial, así mismo presentan mejillas carnosas, grandes colgajos de tejido blando a nivel faríngeo, palatino y retrolaríngeo, lo que genera un estrechamiento de las vías aéreas; la grasa en tórax y las grandes mamas pueden dificultar la introducción del laringoscópio, la apertura bucal está disminuida por la grasa submentoniana; la laringe puede ocupar una localización alta y anterior; por lo tanto todos los cambios anatómicos mencionados pueden condicionar una ventilación e intubación difíciles.

## **Cambios Farmacocinéticos y Farmacodinámicos del Paciente Obeso.**

Existen factores que alteran la distribución de fármacos en la obesidad, como son el aumento de: gasto cardíaco, volumen sanguíneo, masa corporal magra, tamaño de órganos y masa adiposa. En general se acepta que los fármacos hidrofílicos, tienen un volumen de distribución menor que los compuestos lipofílicos y que la obesidad afecta en menor proporción su distribución.

Los compuestos lipofílicos, presentan un aumento del volumen de distribución. La unión a la albúmina no se encuentra afectada, no obstante, es posible que las variaciones de ácidos grasos, triglicéridos, y glucoproteína ácida alfa influyan en la unión de las proteínas del plasma. Los cambios hepáticos podrían influir en la depuración de fármacos, aunque las reacciones de fase I que afectan a los medicamentos con depuración intrínseca baja se conservan: por su parte las reacciones de fase II se realizan con mayor rapidez en el obeso.

A nivel renal se encuentran aumentadas la filtración glomerular renal y la secreción tubular y probablemente sea necesario aumentar las dosis de medicamentos excretados por el riñón.

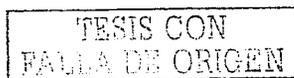
Los fármacos lipofílicos como el midazolam ó el tiopental tienen un volumen de distribución mayor, una distribución mas selectiva hacia los depósitos de grasa, y una vida media de eliminación más prolongada, aunque los valores de depuración son similares al de los sujetos no obesos. Para el tiopental se recomienda una dosis absoluta más grande, aunque más pequeña por unidad de peso. Los anestésicos volátiles solubles y lipofílicos, tienen teóricamente

una vida media de eliminación más larga y por lo tanto un despertar más lento, aunque existen estudios clínicos en pacientes con obesidad mórbida que reportan tiempos de salida anestésica normales. Con respecto al propofol, se recomienda calcular la dosis inicial en base al peso corporal ideal, el despertar después de venoclisis continuas de propofol es similar al de los pacientes no obesos. El fentanil muestra parámetros farmacocinéticos similares al de personas no obesas cuando se administra calculado en base al peso corporal.

Los fármacos hidrofílicos (relajantes musculares) muestran volúmenes de distribución, vidas medias de eliminación y tiempos de eliminación semejantes al de los pacientes no obesos, así mismo los pacientes obesos muestran una actividad de pseudocolinesterasa más alta, por lo que se recomienda el uso de dosis más altas de suxametonio. El mivacurio no muestra diferencias farmacocinéticas en los pacientes obesos, no obstante se necesita una dosis mayor de pancuronio para lograr un determinado grado de relajación muscular en relación al paciente no obeso. La recuperación después de la administración de vecuronio es más lenta en pacientes obesos. El atracurio muestra tiempos de recuperación similares al de los sujetos normales, por lo que este último podría ser uno de los relajantes de elección.

### **Cambios Hematológicos.**

Existen cambios en la coagulación que predisponen al paciente obeso a una mayor incidencia de trombosis venosa profunda y embolia pulmonar. Pivalizza y cols., realizaron un estudio tromboelastográfico, el cual reportó que los pacientes obesos tienen acelerada la formación de fibrina, la



interacción plaqueta-fibrinógeno, así como la función plaquetaria; la fibrinolisis por su parte es similar al de los sujetos no obesos.

### **8.3.2.-Valoración Preoperatoria.**

En esta es importante tomar en cuenta los aspectos psicológicos que conlleva esta entidad patológica, se debe dar una explicación detallada del procedimiento y del periodo de recuperación postoperatoria, así mismo se debe prestar atención a los problemas anatómicos y fisiológicos propios de la obesidad que pudieran tener un impacto en la atención anestésica.

#### **Sistema Cardiovascular.**

Es de particular importancia la valoración de este sistema, debido a que gran parte de los cambios fisiopatológicos relacionados con la obesidad afectan al sistema cardiovascular. Se debe hacer una valoración clínica y paraclínica (electrocardiograma y tele de tórax) rigurosa, con el fin de descartar hipertensión arterial sistémica, hipertensión pulmonar, cardiopatía isquémica, congestión pulmonar ó datos de falla ventricular. Así mismo es indispensable valorar los probables sitios de acceso venoso periférico, arterial o central; recordemos que a causa del aumento de la grasa corporal, estos sujetos son de difícil acceso venoso y arterial. En caso de encontrar cualquier anomalía en la valoración inicial se deberá planear un estudio subsecuente para completar la valoración (ecocardiograma, prueba de esfuerzo, cateterismo, etc) ó la valoración por cardiología en caso necesario, con el fin de preparar al paciente y ponerlo en condiciones óptimas para el procedimiento.

### **Sistema Respiratorio.**

En este punto, es importante descartar antecedentes de disfunción respiratoria u obstrucción de vías aéreas como: apnea del sueño, síndrome de Pickwick, ortopnea y síndrome de hipoventilación. Las pruebas de función pulmonar son generalmente normales en pacientes obesos jóvenes, no obstante en pacientes obesos mayores o fumadores se puede revelar cierto grado de afección, se debe prestar atención a la radiografía de tórax y obtener gases sanguíneos con el paciente en posición supina y sentado para descartar retención de  $\text{CO}_2$  e hipoxemia, así como para planear la terapia respiratoria adecuada. Debido a que en el postoperatorio puede existir una repercusión respiratoria importante, se debe preparar al paciente lo mejor posible antes de someterlo al procedimiento quirúrgico.

### **Sistema Metabólico.**

Debe realizarse una valoración de la glucemia para identificar alteraciones tales como diabetes e intolerancia a la glucosa, así mismo deberá realizarse examen de orina para identificar cetosis. en caso de encontrar alguna de las alteraciones metabólicas mencionadas, se deberá someter al paciente a un estrecho control metabólico antes del procedimiento. Las pruebas de función hepática deben realizarse de manera rutinaria.

### **Vías Aéreas.**

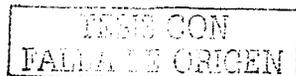
Se deben buscar todos los factores asociados a una vía respiratoria de difícil manejo, como mencionamos en la sección anterior de cambios anatómicos en

las vías aéreas, existen muchas condiciones que dificultan el manejo de la vía aérea, por lo que se debe prestar atención a la valoración de Mallampati, extensión cervical, movilidad atlantoaxil, distancia tiromentioniana, así como el antecedente de obstrucción de la vía aérea como apnea del sueño, lo que indica que al disminuir el nivel de conciencia se presentará obstrucción de la vía aérea. Si se identifican dichos factores asociados a una vía aérea de difícil manejo, se deberá tener disponible en la sala de quirófano todo el equipo necesario para resolver un problema potencial de ventilación ó intubación.

### **Premedicación.**

Se debe evitar la premedicación en los pacientes obesos si no se cuenta con un ambiente seguro donde se le pueda dar una vigilancia estrecha, como por ejemplo en el quirófano ó el área de preparación quirúrgica; esto tiene particular importancia en el obeso mórbido con afección cardiopulmonar o respiratoria grave.

La administración de la premedicación debe ser vía oral ó intravenosa, no se recomienda la vía intramuscular, ya que frecuentemente se inyecta el medicamento e nivel adiposo donde la absorción y el efecto son erráticos. Debido al riesgo de regurgitación se puede premedicar con ranitidina y metoclopramida.



### **8.3.3.-Manejo Anestésico.**

#### **Equipamiento en Quirófano.**

Se debe tener disponible todo el equipo necesario para la atención de la vía aérea potencialmente difícil en los paciente obesos (estiletes, vías bucofaringeas ó nasofaríngeas, distintos tipos de hojas y mangos de laringoscópio, laringoscópio fibróptico) ya que hasta el 13% de estos presenta dificultades para la intubación. Además es importante tener camillas y soportes accesorios adecuados, que brinden seguridad al paciente y que puedan soportar su peso. Los pacientes obesos son susceptibles a lesiones por decúbito primordialmente el glúteos, talones y hombros, por lo que es prudente acojinar estas áreas; así mismo los pacientes con un cojín de grasa torácico posterior, son propensos a lesiones de plexo braquial si se colocan en posición supina con los brazos en abducción 90 grados. Es importante también contar con ventiladores mecánicos más potentes de lo habitual, debido a que se pueden presentar problemas serios para la ventilación, ya que además de tener alterada la adaptabilidad respiratoria y la resistencia de vía aérea, también durante el procedimiento endoscópico serán sometidos a neumoperitoneo y a posición de Trendelemburg.

#### **Monitoreo.**

Se debe colocar un manguito de presión adecuado al tamaño del brazo (que abarque el 70% a lo largo del brazo), para obtener las lecturas más fidedignas, no obstante, las tomas de presión arterial en algunos pacientes con estos dispositivos pueden ser difíciles y poco confiables, por lo que en estos casos

se recomienda la colocación de una línea arterial. Se debe vigilar el electrocardiograma durante el procedimiento y una de las derivaciones obligadas es V5; así mismo, la colocación de catéter venoso central ó catéter arterial pulmonar se debe realizar de manera juiciosa y dependiendo de la patología cardíaca de base.

Es mandatorio estar pendientes en todo momento de la oxigenación por medio de la oximetría de pulso y la toma de gases arteriales. También es obligada la capnografía y capnometría como en cualquier otro procedimiento endoscópico.

Es recomendable realizar vigilancia del bloqueo neuromuscular con un neuroestimulador, para titular adecuadamente la dosis del relajante y asegurarse al final del acto quirúrgico de una completa recuperación: los electrodos percutáneos con aguja, son mejores en estos casos, ya que los electrodos de contacto, muchas veces no transmiten adecuadamente la corriente del estimulador a causa de la gran masa de tejido adiposo que separa la piel del nervio.

Las pérdidas de calor en el paciente obeso, son similares a las del sujeto no obeso, por lo que hay que vigilar la temperatura y evitar descensos de la misma, ya que el escalofrío postoperatorio puede agravar una hipoxia preexistente.

## **Inducción.**

La inducción debe ser individualizada de acuerdo al tipo de cirugía, duración de la misma y estado físico del paciente. Se ha recomendado la intubación despierto en pacientes con peso mayor al 75% del peso ideal, sin embargo puede existir dificultad para intubar pacientes con pesos menores ó puede no ser tan difícil intubar un paciente con tal sobrepeso, por lo que una medida prudente es realizar una "mirada despierto", anestesiando tópicamente la lengua, boca, faringe y área supralaríngea, con el fin de observar la epiglotis y la laringe y anticipar una intubación difícil: si este fuera el caso, entonces deberá procederse a intubación despierto con instrumento fibroscópico bajo anestesia tópica, de lo contrario puede intentarse intubación bajo anestesia general. La intubación endotraqueal, generalmente es obligada salvo en los procedimientos muy breves, debido a los siguientes factores: a) es difícil ó imposible conservar un sellado hermético de la mascarilla, lo que condiciona que ambas manos estén ocupadas y no puedan atenderse otras labores manuales durante la anestesia; b) los pacientes obesos están en riesgo de regurgitación y aspiración pulmonar; c) cuando están bajo sedación y con ventilación espontánea pueden presentar hipoxia e hipercapnia importantes.

Durante la inducción es recomendable contar con la presencia de un ayudante experimentado, ya que puede ser necesario que un anestesiólogo adose la mascarilla con ambas manos y un segundo proporcione ventilación oprimiendo la bolsa. Por otra parte es importante realizar maniobra de Sellick durante la inducción, con el fin de prevenir regurgitación de contenido gástrico, así como una adecuada desnitrógenación previa a la inducción, ya que como recordaremos estos paciente tienen una reserva pulmonar baja a

causa de la CRF disminuida y un  $\text{VO}_2$  alto, por lo que presentan desaturación de oxígeno en menor tiempo. Una vez lograda la intubación se debe corroborar mediante capnografía, ya que la auscultación no siempre es confiable, debido a que en muchas ocasiones no se escuchan adecuadamente los ruidos respiratorios a causa de la obesidad.

La farmacocinética de los medicamentos inductores ya fue revisada, se debe utilizar en el transoperatorio una  $\text{FiO}_2$  de por lo menos 50%, que es más alta de lo acostumbrada para mantener una adecuada  $\text{PaO}_2$ , es útil el uso de óxido nitroso, ya que es insoluble en grasas y tiene un inicio y terminación de efecto rápido. Los pacientes obesos metabolizan los anestésicos volátiles en mayor proporción, por lo que los niveles de fluoruros inorgánicos y bromuros son más altos que en sujetos normales, además se afirma que el riesgo de hepatitis por halotano es mayor en sujetos obesos, debido a que también se metaboliza este por una vía de reducción más hepatotóxica. Por lo anterior se debe administrar este fármaco con cautela.

La administración de opioides debe ser cuidadosa, ya que una depresión respiratoria residual, puede conducir a hipoxia e hipercapnia importantes en el periodo de recuperación.

Debe recordarse que con la inducción anestésica, se deterioran aún más las alteraciones respiratorias propias de la obesidad, ya que con los anestésicos inhalados se deteriora la vasoconstricción pulmonar hipóxica y se altera más la relación CFR-Capacidad de cierre, por lo que siempre existe el riesgo de hipoxia transoperatoria; el uso de PEEP puede ser de utilidad. Adicionalmente los volúmenes pulmonares se pueden deteriorar más con el uso de posiciones

como Trendelemburg, litotomía o con el uso de neumoperitoneo. La ventilación se recomienda manejarla con volúmenes pulmonares grandes, pero sin llegar a la hiperventilación, debido a que la hipocapnia genera aumento de la fracción del cortocircuito. En cirugía toracoscópica puede utilizarse la ventilación selectiva, sin embargo se deberá prestar atención a la presión de las vías aéreas, la hipoventilación y la oxigenación, ya que en pacientes obesos es más probable que se presente deterioro en este aspecto. Si se tiene provista la extubación, se debe tener la certeza que el paciente tiene adecuados parámetros ventilatorios y gasométricos; por otra parte, debido a que los pacientes obesos cuentan con un riesgo mayor de aspiración bronquial y obstrucción de vía aérea, se recomienda extubar la traquea hasta que el paciente se encuentre completamente despierto y con los reflejos protectores de vía aérea intactos.

#### **Anestesia Regional.**

La anestesia regional, tiene lugar en el caso que se empleé el retractor abdominal para el procedimiento endoscópico, así mismo debemos recordar que la dosis tanto raquídea como epidural se debe reducir en un 20-25%, además los sujetos obesos presentan grandes variaciones en los niveles anestésicos obtenidos después de la administración subaracnoidea ó epidural. Algunos pacientes pueden tener dificultad respiratoria si el bloqueo se extiende a niveles torácicos altos.

### 8.3.4.-Ventajas de las Técnicas Endoscópicas en el Paciente Obeso.

La morbilidad, mortalidad e índice de complicaciones, es mayor en los sujetos obesos, sobretodo cuando se trata de un procedimiento abdominal superior. La colecistectomía laparoscópica, presenta la ventaja de condicionar un menor dolor postoperatorio, menor incidencia de atelectasias, así como de menor consumo de opioides, comparada con la técnica abierta. Lo anterior repercute en una fisioterapia pulmonar, ambulación y movilización tempranas, lo que disminuye también el índice de complicaciones pulmonares y tromboembólicas. Inicialmente la colecistectomía laparoscópica, estaba contraindicada en sujetos obesos por las supuestas dificultades técnicas, sin embargo, hoy en día se realiza de manera rutinaria en este tipo de pacientes, con los mismos beneficios observados en los sujetos normales: otros beneficios adicionales son: tolerancia a la vía oral más temprana, menor estancia intrahospitalaria y disminución de la incidencia de complicaciones postoperatorias.

La cirugía endoscópica pronto se introdujo en el terreno de la cirugía bariátrica. Uno de los estudios realizados en cirugía bariátrica laparoscópica para determinar los beneficios potenciales de esta técnica, estuvo a cargo de Joris y cols., quienes compararon de forma prospectiva a 15 pacientes obesos mórbidos (IMC >35) sometidos a gastroplastía laparoscópica versus 15 pacientes obesos mórbidos sometidos a gastroplastía abierta; evaluando el dolor postoperatorio, perfil ventilatorio postoperatorio (capacidad vital forzada, volumen espiratorio forzado de 1 segundo y flujo espiratorio pico), así como saturación arterial de oxígeno SpO<sub>2</sub>. Encontrando que el dolor en reposo fue similar en ambos grupos, no obstante, el dolor durante la movilización y/o la

tos fue menor en el grupo sometido a la técnica laparoscópica; así mismo, el consumo de opioides fue 50% menor en el mismo grupo. Los parámetros ventilatorios evaluados, se redujeron en menor proporción en el grupo de gastroplastia laparoscópica: en el día 1 postquirúrgico se redujo la capacidad vital forzada en 50% en el grupo de gastroplastia laparoscópica, versus 64% en el grupo de gastroplastia abierta; 50% vs 66% en lo que respecta el volumen espiratorio forzado de un segundo y 45% vs 60% en torno al flujo espiratorio pico. La SpO<sub>2</sub> también fue mejor en el grupo de gastroplastia laparoscópica, presentando una cifra de 95% vs 91% en el día 1 postoperatorio. Los autores concluyeron que los beneficios de la técnica endoscópica, inicialmente reportados en torno a la colecistectomía laparoscópica, son aplicables a la gastroplastia laparoscópica.

### **8.3.5.-Consideraciones Técnicas del Neumoperitoneo y Posicionamiento en Pacientes Obesos.**

Los pacientes obesos cuentan con características anatómicas particulares, presentan una pared abdominal gruesa, hígado graso y grande, epiplón grande, cólon prominente y aumento de la presión intrabdominal basal. La minilaparotomía de Hason para colocar el trocar, presenta algunas desventajas, debido a que la profundidad de la herida interfiere con la visión directa y en muchas ocasiones se requiere traccionar la herida para mejorar la visualización, lo que condiciona una herida quirúrgica de mayor tamaño, la cual proporciona un sellado deficiente con la consiguiente fuga de gas. Por otra parte, el traumatismo al tejido adiposo poco vascularizado cuando se

emplea la técnica de minilaparotomía, condiciona un mayor riesgo de infección.

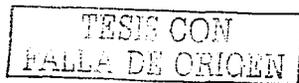
La técnica de neumoperitoneo con aguja de Verres en el cuadrante superior izquierdo, tiene la ventaja de ocasionar menor trauma, mejor sellado y seguridad equivalente a la minilaparotomía.

La presión intrabdominal, debe mantenerse entre 14 y 16 mmHg; en este rango, se juega el punto de equilibrio entre visión quirúrgica mínima adecuada y la menor repercusión cardiopulmonar. A pesar de esta consideración, el neumoperitoneo de 15 mmHg en pacientes obesos, genera una disminución del 50% en el retorno venoso; las medias de compresión intermitente, contrarrestan ó atenúan este cambio.

La adecuada relajación muscular de la pared abdominal, mejora la visión quirúrgica, se debe individualizar la dosis en cada paciente para evitar relajación muscular residual en el postoperatorio, además siempre se debe tener en cuenta, que la valoración del grado de relajación muscular por medio de un neuroestimulador a nivel del nervio cubital, no es fiable en el paciente obeso.

La colocación de una sonda nasogástrica ó de un dilatador, puede ayudar al equipo quirúrgico a evitar una perforación de esófago.

La mesa quirúrgica convencional, existente en la mayoría de los quirófanos, no satisface del todo las necesidades del procedimiento endoscópico en el paciente obeso: se ha diseñado un dispositivo accesorio para la mesa

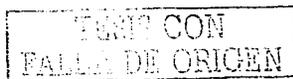


quirúrgica, que permite poner al paciente en posiciones extremas de Trendelemburg inverso (hasta 62 grados). Con esto se logra que las vísceras abdominales descendan hasta la pelvis, mejorando la visión quirúrgica, logrando exponer mejor el diafragma, esófago y unión esófago-gástrica; todo esto repercute en menor tiempo quirúrgico, así como menor trauma a los tejidos, aunque por otro lado, con la tracción del cólon y el epiplón, se corre el riesgo de sangrado por avulsión de cápsula esplénica.

Cuando se utilice una posición extrema de Trendelemburg inverso en pacientes obesos, se deben tomar las siguientes medidas: a) adecuada prehidratación y 2 accesos venosos de buen calibre; b) monitoreo estrecho y constante de la presión arterial; c) medias de compresión intermitente accionadas previa a la inducción; d) sujeción adecuada de los miembros superiores para evitar lesiones; e) acojinamiento de los puntos corporales de presión en decúbito mientras el paciente esté conciente, para que de esta manera pueda referir dolor ó discomfórt; f) establecimiento de la posición de forma gradual con vigilancia de la presión arterial y tratando la hipotensión con bolos de solución salina 250 a 500 ml.

### **8.3.6.-Cirugía Bariátrica Endoscópica y Embarazo.**

El embarazo después de la colocación de banda gástrica laparoscópica se ha postulado como seguro. Allen y cols., presentaron un estudio preliminar para evaluar la probabilidad de embarazo y evolución del mismo posterior a colocación de banda gástrica laparoscópica.



El estudio evalúa a 400 mujeres sometidas a colocación de banda gástrica laparoscópica, de las cuales 10 se reportaron embarazadas; el peso de estas en promedio fue de 133 kg e IMC de 46 previo a la cirugía; en el momento del embarazo, presentaron un peso promedio de 90 kg e IMC de 32. De las 10 pacientes embarazadas, hasta el momento se habían reportado 5 nacimientos exitosos y una muerte fetal, la cual ocurrió en una paciente con historia previa de muertes fetales anteriores a la cirugía endoscópica. La edad gestacional promedio de los 5 recién nacidos vivos fue de 34 semanas y presentaron un peso promedio de 2.6 kg; ninguno de estos presentó malformaciones congénitas. Una paciente presentó hiperemesis gravídica intratable, por lo que su médico procedió a retirar la banda gástrica. Los autores concluyen hasta el momento que la colocación de banda gástrica laparoscópica es segura y compatible con el embarazo; probablemente la hiperemesis gravídica sea más frecuente en este tipo de pacientes y así mismo es factible que el mejor tratamiento en estos casos sea el retiro de la banda gástrica.

### **8.3.7.-Consideraciones Postoperatorias.**

En caso de considerarse que el paciente pueda cursar con hipoxia postoperatoria es recomendable vigilarlo en un ambiente seguro, como lo es el área de cuidados intensivos, así mismo se debe conceder el alta del área de recuperación siempre y cuando el paciente no presente datos de hipercapnia ó hipoxia. Se deben tomar las medidas respiratorias pertinentes postoperatorias para evitar complicaciones. La analgesia postoperatoria se debe manejar con sumo cuidado, para evitar el riesgo de depresión respiratoria, sobre todo en pacientes con antecedente de apnea del sueño ó datos sugestivos de obstrucción respiratoria. La analgesia peridural postoperatoria, se puede

utilizar en el paciente obeso siempre y cuando se tengan las precauciones necesarias.

Debido a que los pacientes obesos son más propensos a la inmovilidad en postoperatorio tienen un riesgo más alto de trombosis venosa profunda y embolia pulmonar, es recomendable realizar algunas medidas efectivas, para disminuir el índice de complicaciones postoperatorias en pacientes obesos sometidos a procedimientos endoscópicos.

Para una mejor prevención de la tromboembolia pulmonar se recomienda: a)prehidratación preoperatoria con dextrosa en agua, para contrarestar la hipercoagulabilidad asociada con la movilización de ácidos grasos libres, que ocurren cuando los sujetos obesos se someten a ayuno; b)está indicado el uso de heparina de bajo peso molecular en el postoperatorio; c)no se deberá tomar ningún acceso venoso en miembros inferiores; d)las medias de compresión elástica en miembros inferiores disminuyen la incidencia de trombosis venosa profunda, al evitar la estasis venosa; así mismo, mejoran los problemas de retorno venoso asociado con la posición de Trendelenburg inverso; e)se debe promover la ambulación del paciente lo más pronto posible.

#### **8.4.-Cirugía Endoscópica en la Mujer Embarazada.**

La cirugía endoscópica es una alternativa de tratar ciertos procesos abdominales agudos tales como apendicitis, masas anexiales y especialmente la colecistitis, dichos procesos pueden presentarse en el curso de un embarazo. Por otra parte el dolor abdominal agudo en la mujer embarazada representa un

gran reto diagnóstico y la laparoscopia diagnóstica puede ser utilizada también como una herramienta diagnóstica para evitar laparotomías innecesarias.

Existen diversos estudios realizados en modelo animal, así como reportes de series pequeñas sobre la experiencia de procedimientos laparoscópicos (principalmente de colecistectomía), realizados en la mujer embarazada, algunos de los cuales despertaron controversia. Debido a la poca frecuencia con la que se realizan los procedimientos endoscópicos en la mujer embarazada, se cuenta con una muestra muy pequeña en la mayoría de los estudios realizados, por lo que la información es en cierta forma limitada.

Estudios en modelo animal lo realizaron Hunter en 1995 y Cruz et al., en 1996; este último se realizó en 9 ovejas preñadas sometidas a un neumoperitoneo de 15 mmHg vs un grupo control sin neumoperitoneo, ambos bajo anestesia general balanceada, analizando principalmente los cambios en la  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{EtCO}_2$ , gradiente  $\text{PaCO}_2\text{-EtCO}_2$ , PAM fetal, frecuencia cardiaca fetal, y flujo uterino entre otras. Estos autores encontraron, que los cambios asociados a la insuflación consistían en aumento de la  $\text{PaCO}_2$ , aumento del gradiente  $\text{PaCO}_2\text{-EtCO}_2$  (con un valor promedio de 16 mmHg), la  $\text{PO}_2$  disminuyó discretamente con la insuflación, regresando todos estos cambios a la normalidad con la desuflación. En el grupo control el gradiente  $\text{PaCO}_2\text{-EtCO}_2$  permaneció en 6 mmHg, sin modificarse a lo largo del procedimiento. En ambos grupos no se encontró diferencia significativa respecto a la PAM materna, frecuencia cardiaca materna y flujo uterino; así mismo, respecto a la  $\text{PaO}_2$  fetal, PAM fetal, frecuencia cardiaca fetal y estado ácido materno fetal no hubo diferencias significativas entre ambos grupos. En ningunos de los grupos se registró trabajo de parto pretérmino ni muertes fetales. Los autores

en dicho estudio concluyeron: que el uso de EtCO<sub>2</sub> como guía para la ventilación en la paciente obstétrica sometida a procedimientos endoscópicos con neumoperitoneo es inadecuada, ya que puede infraestimar la PaCO<sub>2</sub>, conduciendo a acidosis respiratoria materno-fetal, lo cual podría contribuir a los resultados adversos en la sobrevida fetal, mismos que habían sido observados en otros estudios.

Amos et.al., tomando en cuenta los probables efectos deletéreos de la cirugía endoscópica con neumoperitoneo, realiza una revisión retrospectiva comparativa entre colecistectomía ó apendicectomía laparoscópicas vs abiertas. encontrando que de 7 pacientes que fueron sometidas a cirugía endoscópica, se reportaron 4 muertes fetales (3 en la primera semana postoperatoria y 1 en la quinta semana postoperatoria): mientras que de las 5 pacientes en que se realizaron los procedimientos por laparotomía convencional, en 4 de ellas llegó a término el embarazo y una de ellas se perdió durante el seguimiento. En este estudio se postuló como causa probable de la muerte fetal la acidosis respiratoria materno-fetal, sin embargo, en ninguna de estas pacientes se tomó gasometría que documentara la acidosis respiratoria y por otra parte estas pacientes tenían otras condiciones asociadas a muerte fetal tales como pancreatitis o apendicitis perforada.

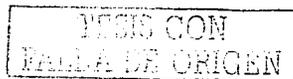
Contrario a lo reportado por Amos y cols., Steinbrook en ese mismo año, publica una revisión de 4 años atrás y reporta que en ese lapso en su institución 10 pacientes fueron sometidas a colecistectomía laparoscópica, con edad gestacional en el rango de las 9 a las 30 semanas, sin presentar ninguna complicación ni muerte fetal, por lo que concluyeron que tomando en cuenta

los cambios fisiológicos relacionados con el embarazo, el procedimiento endoscópico puede ser realizado de manera segura en la mujer embarazada.

Finalmente ante dicha controversia, Bhavani Shankar en el 2000, realiza un estudio prospectivo en 8 pacientes para determinar la utilidad del EtCO<sub>2</sub> como guía para la ventilación durante colecistectomía laparoscópica. En este estudio se incluyeron 8 pacientes con edad gestacional entre 17 y 20 semanas, sometidas a colecistectomía laparoscópica por colecistitis crónica litiasica. Estos autores encontraron que no hubo diferencias significativas en las cifras de EtCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, gradiente PaCO<sub>2</sub>-EtCO<sub>2</sub>, pH y bicarbonato, a lo largo del procedimiento laparoscópico, reportando que el gradiente máximo reportado fue de 5.1 mmHg, todas las pacientes llevaron a término el embarazo y sólo una presentó en el postoperatorio actividad uterina sin cambios cervicales, requiriendo tratamiento con magnesio durante 12 horas. Los autores concluyeron que la capnometría es una adecuada guía para la ventilación durante los procedimientos endoscópicos con neumoperitoneo, si se mantiene un EtCO<sub>2</sub> alrededor de 32 mmHg se puede asegurar una cifra de PaCO<sub>2</sub> en rango normal; además, reportan una experiencia acumulada de 23 pacientes (8 en dicho estudio y el resto en estudios previos realizados en su institución), sometidas a procedimientos endoscópicos, todas ellas con evolución exitosa del embarazo. Aunque el modelo animal de oveja es utilizado para investigación obstétrica, existen diferencias fisiológicas entre ambas especies, el gradiente PaCO<sub>2</sub>-EtCO<sub>2</sub> en la mujer embarazada varía entre 0 a 5 mmHg; lo que traduce que en la especie humana existe un menor espacio muerto alveolar comparado con la especie animal, lo cual probablemente resulte en menores variaciones del espacio muerto alveolar en la especie humana durante los

procedimientos con neumoperitoneo y que esto condicione un menor gradiente alveolo-arterial de  $\text{CO}_2$ .

Por lo anterior debemos puntualizar lo siguiente: los procedimientos laparoscópicos pueden realizarse en la mujer embarazada tomando en cuenta los cambios fisiológicos propios del embarazo y las implicaciones anestésicas de los mismos. Se debe realizar una minuciosa valoración de la ventilación guiada por la cifra de  $\text{EtCO}_2$  y en casos dudosos por la cifra de  $\text{PaCO}_2$ , para evitar efectos deletéreos del  $\text{CO}_2$  sobre el producto, ya que la hipercarbia condiciona acidosis respiratoria materno-fetal y la hipocarbia genera disminución del flujo sanguíneo utero-placentario, además de incrementar la afinidad de la hemoglobina materna por el oxígeno con compromiso potencial en la oxigenación fetal. La mayoría de los estudios se han realizado con neumoperitoneo de 11 a 15 mmHg, sin documentarse por el momento efectos adversos sobre el estado acido-base y cardiopulmonar fetal; sin embargo, cifras de 20 mmHg ó más se asocian a disminución del flujo sanguíneo utero-placentario, por lo que sería recomendable evitarlas. Durante los procedimientos quirúrgicos en la mujer embarazada, se debe evitar la hipotensión, ya que esta condiciona disminución del flujo sanguíneo utero-placentario.

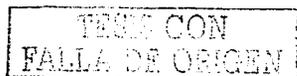


## **9.-Cirugía Endoscópica en México.**

### **9.1.-Desarrollo de la Cirugía Endoscópica en México.**

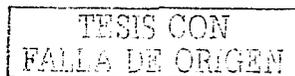
En nuestro país corresponde a un médico de origen alemán, el Dr. Carlos Walter, ginecólogo del Hospital ABC, ser el pionero de la cirugía endoscópica en México. Walter conoce los trabajos de Zemm a través de la literatura alemana, y es tal su interés que viaja personalmente a Munich, Alemania para conocer y establecer una estrecha amistad con Zemm. Posteriormente recibió una amplia capacitación por Zemm y en el año de 1961, con recursos propios, adquiere el primer equipo de laparoscopia, mismo que introduce en el Hospital ABC. Walther viaja por toda la república Mexicana, promocionando las técnicas endoscópicas: incluso viajó a China en la época de la revolución cultural de Mao Tse Tung, para demostrar allá las técnicas de ligadura tubaria. El 25 de junio de 1982 Walther funda en el Hospital ABC, la Sociedad Mexicana de Endoscopia y Microcirugía Ginecológica; un año más tarde, celebra dicha sociedad su primer congreso, en San Juan del Río, Querétaro, en este congreso participaron grandes personalidades, entre las que destacan Kurt Zemm y Robert R. Franklin.

Hasta entonces los cirujanos generales se habían mantenido al margen de este gran avance tecnológico, y es hasta el 29 de Junio de 1990 que el Dr. Leopoldo Gutiérrez, endoscopista y cirujano gastroenterólogo, del Hospital Fernando Quiroz del ISSSTE, realiza la primera colecistectomía laparoscópica. En adelante surgió gran interés por esta técnica entre los cirujanos generales y es entonces cuando se imparte el primer curso en América Latina sobre cirugía endoscópica para cirujanos generales, a cargo



del profesor Moisés Jacobs, el cual se efectuó en Agosto de 1990, patrocinado por la Asociación Médica del Hospital ABC, el American Colleague of Surgeons y la casa Karl Storz. El último día de dicho curso, el 10 de Agosto, se efectuó por primera vez en el hospital ABC una colecistectomía laparoscópica, en una paciente de la clínica de Beneficencia Amistad Británico-Mexicana de la propia institución. Posteriormente se creó el Comité de Cirugía Laparoscópica, que sentó las bases para determinar, quién estaba capacitado para efectuar ese procedimiento. Con arduo esfuerzo el comité trabajó efectuando muchos cursos de capacitación, principalmente en los quirófanos experimentales de la UNAM, bajo el liderazgo del Dr. Alberto Chousleb en los años de 1990-91; con esto, la técnica de colecistectomía laparoscópica, poco a poco se convirtió en el standard de oro de muchas instituciones. Gracias al apoyo de Manuel Peláez, presidente de la compañía Johnson & Johnson de México, se inauguró en Septiembre de 1992, el centro de apoyo profesional en las instalaciones de dicha empresa, así mismo, se fundaron en otros centros hospitalarios áreas de cirugía experimental, por citar algunos ejemplos tenemos: al Hospital Central Militar, Hospital "Manuel Gea González" y Hospital Regional "1° de Octubre.

El primer gran evento en México, en el que se trató extensamente sobre cirugía endoscópica tuvo lugar en el 9° congreso de la Federación Latinoamericana de Cirugía en Octubre de 1991, en ese evento, destacó la presencia del norteamericano Douglas Olsen, que en su momento era una destacada figura mundial de la cirugía endoscópica. A ese evento asistió la presidenta de la casa Karl Storz, la Sra. Sybil Storz-Reling, quien fue invitada a visitar las instalaciones del Hospital ABC, así como a realizar un donativo, con lo que se fundó el centro de cirugía experimental "Karl Storz", el cual



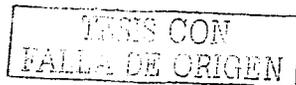
abrió sus puertas en 1993, bajo la dirección del Dr. Alberto Chousleb. Desde entonces en dicho centro se han preparado un gran número de cirujanos, así como también se han realizado grandes trabajos que han merecido premios internacionales.

En 1991, por iniciativa del Dr. Jorge Cueto, se fundó la asociación Mexicana de Cirugía Laparoscópica, la cual en 1999, cambió su nombre por Asociación Mexicana de Cirugía Endoscópica, ya que aceptó a especialistas que utilizan el acceso mínimo, en áreas distintas del abdomen.

En Septiembre de 1993, la Secretaría de Salud dictó la Norma Oficial Mexicana para la práctica de la cirugía laparoscópica, la norma se basó con los acuerdos celebrados entre las diversas sociedades de cirugía, endoscópica y ginecología.

La proyección de la cirugía endoscópica en México ha tenido alcances internacionales; desde el inicio de las actividades de la International Federation of Societies of Endoscopic Surgery (IFSES) en Burdeos, Francia en 1992. México estuvo representado por el Dr. Jorge Cervantes, quien era entonces presidente de la Federación Latinoamericana de Cirugía (FELAC), una de las sociedades miembro fundador de IFSES.

En 1993, la Sociedad Interamericana de Cirugía Endoscópica, se transformó en Asociación Latinoamericana de Cirugía Endoscópica (ALACE), esta junto con la FELAC desde 1998, ocupan el sitio de América Latina en el comité ejecutivo de IFSES, durante el 7º congreso mundial de Cirugía Endoscópica, celebrado en Singapur en Junio del 2000, le fue concedido a México el honor



de efectuar el 9º congreso mundial de Cirugía Endoscópica, programado para el año 2004 en Cancún, Quintana Roo, presidido por Alberto Chousleb.

Por último, en el ámbito internacional, también han merecido atención los trabajos de Adrián Carbajal sobre cirugía robótica y las investigaciones de Norberto Heredia y Cesar Decanini, sobre cirugía colónica en cadáver.

## **9.2.-Experiencia en el Hospital Español de México.**

La experiencia en nuestro Hospital es amplia en lo que se refiere a la cirugía endoscópica. Los primeros reportes sobre la experiencia en el manejo anestésico tuvieron lugar en 1993 y estuvieron a cargo de los Doctores Fernando Cano Oliver y Benito Carballar López.

Antes de dar inicio a la práctica anestésica para cirugía endoscópica, se realizaron tres cursos de cirugía experimental en cerdos, avalados en aquel entonces por la Asociación Mexicana de Cirugía Laparoscópica.

En ese reporte, se incluyeron los primeros 123 pacientes, de los cuales 104 (84.5%) tuvieron diagnóstico de colecistitis crónica litiasica y 19 pacientes (15.4%) colecistitis aguda. Así mismo fueron excluidos los pacientes con obesidad mórbida, los que presentaron una disfunción sistémico-orgánica mayor o aquellos con alguna contraindicación para neumoperitoneo, por lo que el riesgo anestésico ASA se distribuyó de la siguiente manera: EIB para 39 pacientes (31.7%) y EIIB para 84 pacientes (68.3%).

El monitoreo utilizado en ese reporte consistió en: presión arterial no invasiva, pulso-oximetría, electrocardiografía, capnografía y capnometría, temperatura central, catéter venoso central (PVC), estetoscopio precordial y esofágico, monitor de relajación, sonda foley, catéter arterial radial y sonda nasogástrica. Todos los pacientes fueron manejados bajo anestesia general balanceada a base de fentanilo-isoflurano y atracurio como relajante muscular.

Los resultados fueron: de los 123 pacientes, 80 (65%) eran mujeres y 43 pacientes (35%) fueron hombres, la edad media fue de 50 años, con un rango de 17 a 87 años. Las enfermedades concomitantes más frecuentes fueron: diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica y Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

La presión de neumoperitoneo estuvo en el rango de 12 mmHg a 17 mmHg, con una media de 14.34 mmHg, con un volumen total de CO<sub>2</sub> utilizado de 92.3 litros, con mínimo de 10 litros y máxima de 240 litros. El tiempo quirúrgico varió de 45 a 330 minutos, con un tiempo promedio de 117 minutos; a medida que se tuvo mayor experiencia en la realización del procedimiento los tiempos quirúrgicos fueron disminuyendo, y los últimos 30 casos se realizaron en un promedio de 75 minutos. La calificación de la escala de Aldrete fue de 8 a 10, con un promedio de 8.44.

Las complicaciones reportadas asociadas al neumoperitoneo, fueron: hipotensión en 6 pacientes (4.6%), enfisema subcutáneo en 3 pacientes (2 a nivel escrotal y 1 a nivel abdominal), el cual desapareció dentro de las primeras 24 horas. Se presentaron también 4 casos que terminaron en cirugía

abierta, de las cuales dos fueron a causa de coledocolitiasis, uno por falta de identificación de la arteria y conducto císticos, así como uno por laceración hepática que condicionó hemorragia importante.

En esa primera experiencia, no se reportaron defunciones, reintervenciones quirúrgicas, ni lesiones del colédoco.

Durante los años siguientes, el servicio de anestesia de nuestro hospital, manejó en el periodo de Enero del 1993 a Diciembre del 1996, un total de 944 casos en el ámbito intrahospitalario; era evidente que la cirugía endoscópica estaba creciendo, lo que se demuestra con el creciente número de pacientes, la variedad de los procedimientos, la inclusión de pacientes ASA III y IV, un monitoreo más juicioso y la introducción de esta técnica al terreno de la cirugía ambulatoria, misma que se comentará más adelante. Este segundo reporte de la experiencia en el manejo anestésico estuvo igualmente a cargo de los Doctores Cano y Carballar.

De esta población, se observó un predominio del sexo femenino con 605 casos (54.1%) y el sexo masculino representando 339 casos (35.9%). La media de edad fue de 48 años y hubo un mayor número de pacientes en edad geriátrica comparada con la reportada en cirugía ambulatoria.

Así mismo la distribución por riesgo anestésico fue con predominio importante de pacientes ASA I con 270 casos (28.6%) y ASA II con 555 casos (58.7%), pero se observó un número considerable de pacientes ASA III con 109 casos (11.5%) y ASA IV, 10 pacientes (1%). En aquel entonces varios factores propiciaron que estos procedimientos se efectuaran en

pacientes ASA III y IV, dentro de las que destacan: a) mejor conocimiento de las alteraciones hemodinámicas ocasionadas por el neumoperitoneo; b) la monitorización; c) disminución importante en los tiempos quirúrgicos.

Los pacientes que se encontraron en riesgo ASA IV provenientes de la unidad de terapia intensiva fueron sometidos a los siguientes procedimientos: Dos pacientes a laparoscopia diagnóstica, un paciente a drenaje de absceso y siete pacientes a colecistectomía por colecistitis alitiásica. En todos los pacientes ASA IV, se utilizó catéter pulmonar y arterial radial, teniendo sumo cuidado en lo que respecta a posicionamiento, velocidad de insuflación-desuflación y mantenimiento de niveles adecuados de presión intraabdominal. Todos los pacientes regresaron a niveles basales de sus constantes hemodinámicas dentro de las dos primeras horas después de la liberación del neumoperitoneo; así mismo no hubo necesidad de intervenciones farmacológicas adicionales ni tampoco complicaciones atribuidas al manejo anestésico quirúrgico.

La distribución por especialidades de cirugía endoscópica en el ámbito intrahospitalario correspondió a gastroenterología 906 pacientes (95.9%), ginecología 26 pacientes (2.7%) y urología 12 pacientes (1.2%). En el caso de la cirugía endoscópica en gastroenterología el 81% de los procedimientos correspondieron a colecistectomía laparoscópica.

Las complicaciones reportadas fueron arritmias (taquicardia supraventricular y extrasístoles ventriculares) con una incidencia del 25% lo cual correspondió a lo publicado en la literatura mundial. El enfisema subcutáneo y la hipercarbía en la mayoría de los casos se presentaron asociados. Se reportaron 53 casos de disminución en la saturación de oxígeno de los cuales 2 estuvieron

relacionados con neumotórax en cirugía de funduplicación; así mismo 20 procedimientos se convirtieron a cirugía abierta por diferentes razones.

Los procedimientos de cirugía endoscópica como ya comentamos, pronto se realizaron también en el plano ambulatorio, ya que al contar con todos los recursos médicos y tecnológicos se puede beneficiar al paciente tanto de una recuperación rápida y segura propia de los procedimientos endoscópicos, además de una breve estancia hospitalaria. En este primer reporte debido a que se trataba de cirugía ambulatoria sólo se incluyeron pacientes ASA I y ASA II; de los cuales 298 (85.6%) correspondieron al riesgo I y 50 pacientes (14.3%) correspondieron al riesgo II. En cuanto a la distribución por sexo; 319 fueron de sexo femenino (91.6%) y 29 del sexo masculino (8.4%), esta distribución se explica por la razón de que la mayoría de las intervenciones fueron de origen ginecológico. La distribución por especialidades se reportó de la siguiente manera: gastroenterología 85 intervenciones (24.4%) y ginecología 263 intervenciones (75.6%). La distribución por edades correspondió en su mayoría a la segunda y tercera décadas de la vida, esto último aunado al predominio de la población femenina, tiene su origen en que a esta edad la mujer está en su etapa reproductiva y que en su mayoría se sometieron a procedimientos ginecológicos. Así mismo se reportaron 18 pacientes en la séptima y octava década de la vida que cumplieron los requisitos para tener riesgo II y en los cuales se llevó a cabo el procedimiento sin ninguna adversidad.

## **10.-Expectativas para el Futuro.**

Existen muchos adelantos tecnológicos que anteriormente se consideraban un sueño, los cuales afortunadamente hoy día son ya una realidad y esto ha repercutido en el desarrollo no solo de la cirugía endoscópica, sino también de muchas otras áreas de la medicina, por mencionar algunos de los avances más importantes tenemos: a)Informática; b)realidad virtual; c)telepresencia; d)robótica.

### **Informática.**

Gracias al desarrollo de la informática, disponemos de programas capaces de procesar imágenes anatómicas tridimensionales, obtenidas a través de radiología convencional, ultrasonografía, tomografía y resonancia magnética, que han servido para desarrollar programas para uso en medicina; tal es el caso de la telemedicina, la cual a través de computadoras, cámaras de video, monitores, digitalizadores de imagen y por supuesto modernos aparatos de telecomunicación, nos permiten ofrecer atención médica a distancia. Este proyecto nació y está diseñado en sentido estricto para la guerra, en donde un soldado herido puede recibir atención médica de un especialista a distancia, sin embargo, esto puede beneficiar también a miles de personas en situaciones distintas a la guerra, tal es el caso de las comunidades lejanas, que no tienen acceso a la atención médica especializada. En nuestro país, se lanzó en el año de 1996, una convocatoria para la licitación pública internacional de sistemas integrales de telemedicina via satélite, por parte del ISSSTE, con el fin de garantizar mejor atención médica a los derechohabientes, reducir

riesgos y costos por traslados de pacientes y facilitar la enseñanza y capacitación. En aquel entonces se realizó un programa piloto (el primero en América Latina), enlazando el Centro Médico Nacional "20 de Noviembre" con el Hospital General "Belisario Domínguez" de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; logrando en el primer trimestre de prueba, reducir en 58% el número de traslados a unidades hospitalarias del Distrito Federal.

La aplicación de la informática en medicina, cada vez tiene mayores logros, sin embargo, muchas veces el médico se muestra aún renuente a incorporar la informática como una herramienta más de trabajo, se calcula que en EUA, el 50% de los médicos usa una computadora, mientras que en México, sólo el 5% de los médicos hace uso de ella. Otros factores que contribuyen al rezago en la incorporación de la informática a la medicina, son los problemas educativos, culturales, generacionales, así como la falta de cohesión por parte de médicos e ingenieros.

### **Computación.**

De la informática nace la computación, así como la robótica, la telepresencia, cibernética y las comunicaciones. Actualmente existe en EUA, "el proyecto humano visible", en el cual se tomó un delincuente de la cárcel, condenado a muerte por múltiples crímenes, se le preparo como si fuera a ser sometido a una cirugía, solo que en lugar de esta se le aplicó la inyección letal, para que una vez muerto su cuerpo fuera congelado y entregado a la universidad de Colorado, donde fue cortado en 1,700 capas, mismas que fueron fotografiadas e incorporadas a una computadora en 55 giga-bytes de información; gracias a este adelanto y al desarrollo de sistemas multimedia y de realidad virtual, esta

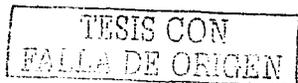
información se utiliza para la enseñanza médico-quirúrgica, por lo que hoy en día muchos estudiantes pueden recorrer y estudiar la anatomía humana a través de una computadora.

### **Realidad virtual.**

El origen de la realidad virtual data de 1945, justo en la segunda guerra mundial. En aquel suceso bélico, hubo una gran baja de personal, debido a que la mayoría de los pilotos, que tripulaban naves de reciente generación, no estaban familiarizados con ellas; fue por eso que el pentágono ideó la manera de entrenar a sus pilotos, para evitar seguir teniendo bajas de personal. El primer modelo virtual fue un pequeño avión, donde el piloto aprendía a encenderlo y a hacer su rutina de vuelo. Posteriormente la investigación en esta área continuó y se crearon los primeros simuladores, donde el aprendiz tenía todos los controles del avión en una cabina y más tarde, se pudo proyectar en una pantalla un escenario que simulaba distintas situaciones, hasta que se llegó por medio de lentes y cámaras a lograr el efecto de inmersión, es decir el lograr que el aprendiz se sintiera realmente dentro de ese ambiente. Es común que cuando se aplican recursos tecnológicos ó de informática a la medicina, se diga que se está utilizando la realidad virtual, pero en la mayoría de los casos se trata de variaciones de la misma.

La realidad virtual implica cuatro factores principales:

a) Simulación: consiste en plasmar un objeto animado por medio de una computadora, el cual puede realizar diversas funciones.



b)Inmersión: este efecto, es el de sumergirse a la imagen creada por computadora, para lograr en el usuario del sistema, la sensación de estar dentro del sistema, para esto es necesario reducir el tamaño de los monitores e integrarlos a unos lentes ó a un casco, de tal forma que cada uno quede sobre un ojo y se pueda crear además la sensación de aislamiento.

c)Navegación: una vez que se logra la inmersión, se pierde el sentido de orientación, no se sabe donde está el norte ó el sur; para evitar esto se requiere de un instrumento de navegación como un sensor de posición, que de forma electrónica proporcione las referencias de posición.

d)Interactuación: es el análogo al "mouse" de una computadora, que puede funcionar como el brazo de una persona, por medio del cual se pueden ejecutar comandos en el ambiente virtual y de esta forma lograr la interacción.

Los sistemas de realidad virtual que sirven como modelo de estudio, deben facilitar que las imágenes visualizadas se puedan disponer en tres dimensiones clásicas: alto, largo y ancho, de tal modo que pueda apreciarse la sensación de profundidad de campo, el cual es un elemento trascendental, que con el tiempo va a permitir al cirujano adoptar situaciones en tiempo real. Hasta ahora se han podido desarrollar en el ambiente virtual los sentidos de la vista, el oído y el tacto.

Estos sistemas de ambiente virtual, se pueden dividir en los que el cirujano se encuentra fuera del campo de actuación, pero con control real del tiempo y percepción bidimensional del campo de actuación (cirugía endoscópica) y en

los que el control real del tiempo y campo de actuación se realiza a través de instrumentos estereográficos en tercera dimensión, como un joystick, gafas trimidimensionales, etc.

### **Telepresencia.**

Puede considerarse como una variante de la realidad virtual, en la cual, un médico que se encuentre a distancia, puede participar brindando asesoría u orientación a los médicos que se encuentran operando en un quirófano lejano, incluso puede participar en la cirugía (telecirugía) en tiempo real, apoyándose de un robot presente en el quirófano. El médico que efectúe la cirugía a distancia, necesita de un monitor, en el que esté recibiendo la información del paciente y un simulador en su mano, que puede ser un guante ó un sensor electrónico, para que por medio de estos, dirija al robot y este realice la cirugía al pié de la letra. Esto pareciera un juego, sin embargo existen todos los elementos de la realidad virtual en tiempo real logrando una interacción auténtica.

Para lograr la telepresencia, se necesita: un moderno sistema de telecomunicaciones, el equipo adecuado (monitores, cámaras, etc.) en el hospital donde va a practicarse el procedimiento, médicos capacitados en el procedimiento, un simulador (donde reciban toda la información del paciente) y obviamente un robot en la sala quirúrgica que ejecute correctamente las órdenes. Por otra parte, la telepresencia tiene aplicación para los médicos que se dedican a las especialidades clínicas, por medio de esta, se pueden realizar consultas a distancias (teleconsultorios): hoy en día esto tiene aplicación en la prisión de Carolina del Norte en EUA, donde para evitar trasladar a los presos

fuera del reclusorio (con el fin de recibir consulta especializada), reciben la consulta a través de un teleconsultorio.

### **Consultorios Virtuales.**

Durante la segunda guerra mundial, se enseñaron a los equipos médicos, técnicas de atención de primero, segundo y tercer nivel; el primero era en el frente de batalla, en el segundo ya había camilleros, se aplicaban vendas y se llevaba al herido al hospital de campaña, donde se le realizaba una cirugía sencilla, ya en el tercer nivel de atención, se trasladaba a los pacientes a la ciudad más cercana para dar una mejor atención, de hecho de ahí viene la clasificación actual de los hospitales de salud. Hoy en día sería imposible manejar esa estrategia de atención durante un conflicto bélico, ahora lo que se requiere son pequeños hospitales blindados, como tanques, pero que tengan un quirófano adentro con antenas de comunicación, para recibir señales y movimientos de cirujanos de cualquier parte del mundo, para que todos los heridos reciban una atención médica adecuada; además, estos hospitales blindados deberían estar colocados en puntos estratégicos. Este sistema de atención médica fue probado en la guerra del Golfo Pérsico.

Este tipo de telemedicina ya tiene utilidad actual en muchos países, dentro de los que destacan: EUA, Francia, Alemania, Inglaterra, Italia, Bélgica, España y Japón.

Así mismo existen otros eventos que se pueden llevar a cabo mediante la telemedicina, por ejemplo las teleconferencias, donde los médicos de distintas partes del mundo pueden recibir asesoría ó intercambiar experiencias.

## **Cirugía Endoscópica y Realidad Virtual.**

Una de las ramas de la medicina que más podría beneficiarse de la informática, telepresencia, etc., es la cirugía endoscópica. Originalmente esta se realiza asistida por video a través de una cámara, posteriormente se pensó en introducir dos cámaras simultáneas, y de esta manera formar un sistema tridimensional: creando después un sistema de anteojos especiales que permitían la inmersión del médico en la cirugía, dichos anteojos, tenían un lente en color rojo y otro en un tono verde azulado, con el fin de lograr la sensación de tercera dimensión. Estos lentes se utilizaron debido a que se había demostrado la teoría cromática de la visión, la cual señalaba que hay tres tipos de conos en la retina, los cuales poseen diferentes características de absorción a la luz, por lo cual los colores captados realmente por el ojo son: verde, rojo y azul. Estos tonos después de ser captados por el ojo, se condensan en las fibras del nervio óptico y mediante un proceso natural de la visión se combinan y se obtienen una amplia gama de colores: por lo que se demostró que creando lentes que tuvieran estos tres colores primarios captados por el ojo se producían imágenes en tercera dimensión y por tanto de inmersión.

Por lo tanto, primero fue una cámara doble a través de un telescopio, luego el empleo de los lentes y más tarde el casco, al cual se integraron dos pequeños monitores, en los que se transmitían las imágenes deseadas del paciente: de esta manera, se logró que el médico tuviera la sensación de navegación en cirugía; evidentemente todo esto también se aplicó con fines de enseñanza. Los antecedentes de la medicina virtual, entonces, están muy ligados a las estrategias de entrenamiento bélico, pero los antecedentes de aplicación

práctica de esta herramienta, pueden ubicarse en la laparoscopia, el ultrasonido y la videoendoscopia principalmente. Si bien aún su aplicación en la rutina quirúrgica está por llegar, su aplicación inmediata ya tiene fruto, ya existe experiencia de cirugía tridimensional, con el uso de sistemas de visión, que permiten al cirujano apreciar las imágenes obtenidas en un monitor en sus tres dimensiones.

Se han desarrollado así mismo, prototipos para determinados campos de aplicación quirúrgica, como pueden ser los "phantomas" en cirugía hepática, en los que a través de un sofisticado sistema de software pueden obtenerse imágenes 3-D del parénquima hepático, situar las coordenadas de determinados tumores en cada uno de los segmentos y resecarlo mediante el mismo programa con un bisturí joystick. En el futuro, la cirugía endoscópica será una labor de conjunto (hombre máquina), en la cual estará por un lado la mano humana que manipula la instrumentación y por otro lado la mano cibernética (robot, telecirugía) que le auxiliará. Ejemplo de ello lo tenemos con las experiencias de Esopo (brazo robótico para la cámara dirigido por voz) y Zeus (robot más sofisticado), que ha cumplido algunas de sus pruebas de campo en la Ciudad de México.

#### **Aspectos Éticos.**

Existen aspectos éticos en relación al uso de la informática en medicina, aquí cabrían un par de preguntas ¿es ético, cortar el cuerpo de un individuo en 1,700 partes e ingresar esa información a una computadora, para que con fines de enseñanza los estudiantes puedan navegar en el cuerpo humano?, ¿es válida la pérdida de contacto humano entre medico y paciente, en aras de la

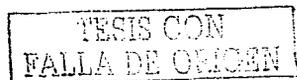
comodidad que proporciona la telemedicina?. El equilibrio entre los desarrollos tecnológicos y los límites éticos parecen insalvables, por lo que son cuestión de conciencia y criterio personal. Todo adelanto tecnológico aplicado a la medicina debe mantenerse dentro de cierto marco ético, sin embargo, el terreno de la ética es en ocasiones impreciso, por ejemplo en nuestro país, cerca del 30% de la población no tiene acceso a la salud, debido a que se encuentra en comunidades lejanas y no tiene dinero para trasladarse a los grandes centros urbanos, donde se encuentran los grandes centros hospitalarios, entonces en lugar de dejar a esa gran parte de la población sin atención médica, sería ético y benéfico brindarles una atención médica a distancia a través de la telemedicina; aún con la pérdida de la relación médico-paciente, a estas personas seguramente no les importaría recibir la atención médica por medio de una computadora. Por lo que teniendo sentido común y conciencia de la realidad, se le puede dar a cada adelanto tecnológico su lugar en la medicina, para encontrar el justo medio y vivir de acuerdo a nuestros días. En el caso de un conflicto bélico, también sería aplicable este tipo de razonamiento y en esas circunstancias tan extremas, no importaría que fuera un robot dirigido por el hombre quien llevara a cabo un acto quirúrgico en beneficio de un soldado herido. Así mismo, en la gran mayoría de los países en vías de desarrollo se tienen severos problemas de salud, por lo que el empleo de la telemedicina podría ser de gran beneficio, al principio la inversión sería fuerte, pero a la larga ayudaría a ahorrar grandes cantidades de dinero y recursos humanos.

## CONCLUSIONES.

Las técnicas endoscópicas sin duda han revolucionado la ciencia quirúrgica, sus inicios datan desde hace 200 años, sin embargo, fue hasta la década de los ochentas que se popularizó vertiginosamente. De los procedimientos endoscópicos el más representativo y revolucionario, considerada como el "Estándar de Oro" es la colecistectomía laparoscópica; actualmente es uno de los procedimientos practicados con mayor frecuencia, con una cifra estimada en 500 mil por año. Se ha observado en su evolución periodos de entusiasmo y pesimismo de manera cíclica, inicialmente fueron introducidas una gran variedad de técnicas, sin embargo hoy en día existen procedimientos que "se pueden hacer y procedimientos que se deben hacer", cada uno de estos tiene sus indicaciones, aunque en algunos procedimientos están por definirse.

El impacto económico de la cirugía endoscópica ha sido muy importante, a pesar de que el costo del equipo es elevado, se ha observado que la disminución de la estancia intrahospitalaria, el ahorro de analgésicos debido a un menor dolor postoperatorio y la incorporación más rápida del paciente a sus actividades económicas, hacen que la cirugía endoscópica represente una opción con una menor erogación global.

El equipo de cirugía endoscópica es moderno y sofisticado, se debe tener conocimiento acerca de el y de los requisitos que debe cumplir un quirófano en el que se realizan estos procedimientos para crear un ambiente ideal.



La insuflación de CO<sub>2</sub> es el método más frecuentemente utilizado, para crear una panorámica adecuada tanto en la cavidad abdominal como en la torácica, lo cual conlleva importantes cambios fisiológicos; los principales son aumento de: la presión intrabdominal, intracraneal, torácica, resistencias vasculares sistémicas, resistencias vasculares pulmonares, frecuencia cardiaca, presión arterial media, catecolaminas, vasopresina, CO<sub>2</sub> corporal total, resistencia de vías aéreas. Dentro de las variables que disminuyen se encuentra: retorno venoso sistémico, gasto e índice cardiaco, complianza pulmonar, retorno venoso yugular, perfusión esplácnica y perfusión renal entre otros. Todos estos cambios son dependientes en parte de la cifra total de neumoperitoneo alcanzado, estado físico del paciente, enfermedades intercurrentes y posición del paciente.

La teoría central explica los cambios observados cuando la cifra total de presión intrabdominal no explica de manera congruente ni lineal los cambios hemodinámicos. Esta, sustenta que al existir un aumento de la presión intrabdominal se condiciona también aumento de la presión intracraneal, lo cual ocasiona liberación de vasopresina por medio del reflejo de Cushing, elevando las resistencias vasculares sistémicas.

Existen diversas complicaciones de la cirugía endoscópica, las cuales son: cardiovasculares, pulmonares y misceláneas, se debe tener conocimiento sobre el diagnóstico y tratamiento de cada una de ellas, ya que algunas como la hemorragia y embolia pulmonar pueden ser de consecuencias fatales.

Se debe hacer una valoración preoperatoria adecuada, enfatizando en algunos puntos de acuerdo al tipo de paciente y procedimiento, sin olvidar nunca que

el procedimiento puede convertirse en algún momento en cirugía abierta convencional, a causa de dificultades técnicas ó complicaciones, lo que condiciona una pérdida sanguínea importante. Así mismo, la preparación del paciente para llevarlo a condiciones óptimas antes del procedimiento, es de vital importancia.

El monitoreo debe ser juicioso, de acuerdo al tipo de procedimiento; paciente, estado físico y enfermedades concomitantes. Dentro del monitoreo es mandatorio la capnometría y capnografía cuando se realiza la técnica con insuflación de CO<sub>2</sub>.

La técnica anestésica al igual que el monitoreo debe ser individualizada, existen una gran variedad de técnicas, que van desde la anestesia general, la anestesia regional y la anestesia local, las cuales tienen distinta utilidad en determinado escenario clínico.

En el manejo postoperatorio, es indispensable conocer el tratamiento de los puntos más importante, que son el dolor la náusea y el vómito postoperatorios, para el primero existen una gran variedad de modalidades, como la analgesia intravenosa, peridural, interpleural y paravertebral, para el segundo existen fármacos como el ondansetrón, granisetron y metoclopramida; así mismo la anestesia intravenosa total con propofol proporciona beneficios en el tratamiento de la náusea y vómitos postoperatorios, por los efectos antieméticos del mismo.

El retractor abdominal es un instrumento importante en la cirugía endoscópica, ya que evita los efectos nocivos del neumoperitoneo, disminuye la incidencia de náusea y vómito postoperatorio y puede brindar grandes beneficios en los pacientes con enfermedad cardiopulmonar importante. Una de sus principales desventajas radica en un mayor dolor postoperatorio y limitación de su uso en pacientes obesos.

La cirugía pediátrica, es una variante de la cirugía endoscópica donde se esperan grandes adelantos. desafortunadamente los estudios reportados que comparan la técnica endoscópica versus abierta son pocos y con muestras muy limitadas, no obstante existen procedimientos que sí han mostrado ventajas como la apendicectomía y la funduplicación.

Los cambios fisiológicos relacionados con la insuflación de CO<sub>2</sub> en los pacientes pediátricos, son similares a los observado en los adultos, la principal diferencia radica en pacientes menores de 4 meses de edad, ya que estos presentan depresión cardiovascular importante con las cifras convencionales de neumoperitoneo, por lo que se recomienda no exceder de 6 mmHg.

La población pediátrica tiene características importantes que mencionar, poseen un foramen oval permeable, tendencia a la bradicardia en respuesta a la hipoxia y estimulación visceral, adaptabilidad ventricular disminuida y vejiga intraperitoneal; todo esto debe ser tomado en cuenta en la atención anestésica del mismo ya que juega un papel importante.

La valoración del paciente pediátrico para cirugía endoscópica, al igual que la del adulto debe ser amplia e individualizada, de acuerdo al tipo de paciente.

cirugía y enfermedades concomitantes. Se debe brindar una preparación preoperatoria adecuada. En lo que respecta a cirugía toracoscópica en el paciente pediátrico, es importante en la valoración identificar a los pacientes con riesgo de pérdida de la permeabilidad de la vía aérea, que son los que en la tomografía presentan una obstrucción de más del 50% de la luz traqueal, en estos hay que diferir el procedimiento para someterlos a quimioterapia ó radioterapia con el fin de disminuir el tamaño de la masa tumoral.

La ventilación selectiva en el paciente pediátrico puede lograrse de diversas formas, de acuerdo con la edad del paciente, existen las modalidades de tubo de doble lumen, Univent, bloqueadores bronquiales e intubación endobronquial selectiva con tubo convencional.

Para el manejo del dolor postoperatorio en el paciente pediátrico, existen para fines prácticos las mismas modalidades que en el paciente adulto. Cuando se utilicen anestésicos locales en infusión se debe tener en cuenta el riesgo de toxicidad por acumulación.

La cirugía endoscópica en el adulto, no está limitada a pacientes ASA I y ASA II, puede realizarse en paciente ASA III y ASA IV, tomando en cuenta los efectos del CO<sub>2</sub> absorbido, posición del paciente y cifra de neumoperitoneo. Para esto se recomienda posición quirúrgica no mayor de 10 grados y cifra de neumoperitoneo no mayor a 10 mmHg.

El paciente obeso representa un gran reto para el anestesiólogo, debido a que presentan una mayor morbilidad y mortalidad, mayor índice de complicaciones postoperatorias, así como una importante repercusión

funcional a causa del sobrepeso, como es: a) vía aérea difícil; b) problemas cardiovasculares; c) alteraciones pulmonares que repercuten en la ventilación y oxigenación d) difícil acceso venoso; e) mayor repercusión del CO<sub>2</sub> en los sistemas orgánicos en presencia de neumoperitoneo. Se debe hacer como siempre una adecuada valoración y preparación preoperatoria, sobre todo en lo que respecta a los aspectos cardiopulmonares y metabólicos, lo cual ayudará a disminuir el índice de complicaciones postoperatorias. La cifra de neumoperitoneo ideal en pacientes obesos radica entre 12 y 15 mmHg, ya que en este rango se juega el equilibrio entre una visión quirúrgica adecuada mínima y una repercusión cardiopulmonar tolerable.

Es más recomendable realizar el neumoperitoneo en pacientes obesos por medio de la aguja de Verres, ya que técnicamente es más fácil. La cirugía laparoscópica en el paciente obeso, ofrece las mismas ventajas en cuanto a seguridad, dolor postoperatorio y rápida recuperación que las observadas en pacientes no obesos. La gastroplastia laparoscópica ofrece mayores ventajas en cuanto a perfil ventilatorio y respiratorio, magnitud del dolor postoperatorio y recuperación comparada con la gastroplastia abierta.

Los pacientes obesos deben recibir adecuada profilaxis de trombosis venosa profunda, para evitar una tromboembolia pulmonar subsecuente.

La evidencia inicial sugería que la cirugía endoscópica no era segura en la mujer embarazada, no obstante hoy en día existen estudios que reportan una experiencia favorable y mencionan que puede ser realizada de manera segura, considerando los cambios fisiológicos inherentes al embarazo y conservando una adecuada cifra de EtCO<sub>2</sub>.

La cirugía endoscópica en México ha tenido un desarrollo favorable que se demuestra por la presencia de nuestro país en distintas sociedades médicas de prestigio internacional.

En nuestro Hospital se ha llevado a cabo la práctica de la cirugía endoscópica con éxito, inicialmente se maneja a los pacientes con estado físico ASA I y II, con un monitoreo hemodinámico agresivo, posteriormente conforme la experiencia creció, se pudo realizar en pacientes ASA III y IV, con un monitoreo juicioso y con buenos resultados; así mismo con esa creciente experiencia se introdujo en el plano ambulatorio.

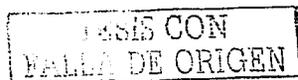
Durante los conflictos bélicos, se ha dado lugar al desarrollo de grandes inventos, que han tenido aplicación en la medicina, tal es el caso de los teleconsultorios, a través de los cuales se puede brindar atención médica especializada a distancia a los soldados heridos, los simuladores de vuelo, de los cuales nacieron las bases para la creación de los programas de realidad virtual y con ello la generación de programas de computadora, con fines didácticos.

De la informática nace la telepresencia, robótica y cibernética, lo cual en un futuro, hará que la cirugía, sea una labor en conjunto hombre-máquina. Existen aspectos éticos a considerar, como la pérdida de contacto y relación humana médico paciente, sin embargo, al situarnos en la realidad de los países de tercer mundo encontraremos que las carencias en la atención a la salud son

tan grandes, que la necesidad de aplicación de esta tecnología, sobrepasa el hecho de perder el contacto humano médico paciente.

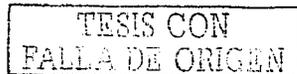
## BIBLIOGRAFIA.

1. Barnes GE, Laine GA, Giam PY, Smith EE, et al. Cardiovascular responses to elevation of intrabdominal hydrostatic pressure. *Am J Physiol* 1985;248:R208-R213.
2. Kashtan J, Green IF, Parsons EQ, Holcroft JW. Hemodynamic effects of increased intrabdominal pressure. *J Surg Res* 1981;30:249-255.
3. Thorington JM, Schmidt CF. A study of urinary output and blood pressure changes resulting in experimental ascites. *Am J Med Sci.* 1923;165:880-890.
4. Perissat J, Vitale GC. Laparoscopic cholecystectomy: gate-way to the future. *Am J Surg* 1991;161:408-410.
5. Ortega A, Jeffrey HP, Ugnson G, Herrera-Fernández F. Las bases fisiológicas de la cirugía laparoscópica. *Cir Graf* 1995;17:123-124.
6. Safran D, Sgambati S, Criando III R. Laparoscopy in high-risk cardiac patients. *Surg Gynecol Obstet* 1993;176:548-554.
7. Brandt CP, Priebe PP, Eckhauser ML. Diagnostic laparoscopy in the intensive care patient. Avoiding the nontherapeutic laparotomy. *Surg Endosc* 1993;3:168-172.
8. Brandt CP, Priebe PP, Jacobs DG. Value of laparoscopy in trauma ICU patients with suspected acute acalculous chole-cystitis. *Surg Endosc* 1994;5:361-365.

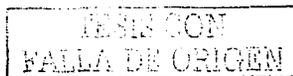


9. Whaba RWM, Beique F, Kleiman SJ. Cardiopulmonary function and laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1995;42:51-63.
10. Forde KA, Treat MR. The role of peritoneoscopy (laparoscopy) in the evaluation of the acute abdomen in critically ill patients. *Surg Endosc* 1992;5:219-221.
11. Bender JS, Talamini MA. Diagnostic laparoscopy in critically ill intensive-care-unit patients. *Surg Endosc* 1992;6:302-304.
12. Almeida J, Sleeman O, Sosa JL, Puente L. Acalculous cholecistitis: the use of diagnostic laparoscopy. *J Laparoendosc Surg* 1995;4:227-231.
13. Carroll BJ, Chandra M, Phillips EH, Margulies DA. Laparoscopic cholecystectomy in critically ill cardiac patients. *Am Surg* 1993;12:783-785.
14. Wittgen CM, Andrus JP, Andrus CH, Kamiski DL. Cholecystectomy. Which procedures is best for the high-risk patient? *Surg Endosc* 1993;5:377-379.
15. Vromen A, Eimerel O, Szold A, Zamir O, Freund HR. Laparoscopic cholecystectomy in high-risk patients. *Harefuah* 1995;7:412-464.
16. Colucciello SA. Blunt abdominal trauma. *Emerg Med Clin North Am* 1993;1:107-123.
17. Sultana CJ, Easley K, Collins AL. Outcome of laparoscopic versus traditional surgery for ectopic pregnancies. *Fertil Steril* 1992;2:285-289.
18. Ivanov PA, Skliarevskii VV, Sinev IuV, Volotskov VI. Endoscopic and sparing surgical interventions in the treatment of patients with acute cholecystitis and high surgical risk. *Khirurgiia (Mosk)* 1991;2:31-34.
19. Dhoste K, Lacoste L, Karayan J, Lehuede MS, Thomas O, Fusciardi J. Haemodynamic and ventilatory changes during laparoscopic cholecystectomy in elderly ASA III patients. *Can J Anaesth* 1996;43:783-788.

20. Wiesel S, Grillas R. Patient controled analgesia after laparoscopic and open cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1995;42:37-40.
21. Joris J, Thiry E, Paris P, Weerts J, Lamy M. Pain after laparoscopy cholecystectomy and effect of intraperitoneal bupivacaine. *Anesth Analg* 1995;81:379-384.
22. Buggy OJ, Wall C, Carton EG. Preoperative or postoperative diclofenac for laparoscopic tubal ligation. *Br J Anaesth* 1994;73:767-770.
23. Lindegren L, Koivusalo AM, Kellokumpu L. Conventional pneumoperitoneum compared with abdominal wall lift for laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1995;75:567-572.
24. Fredman B, Jedeikin R, Olsfanger O, Flor P, Guzman A. Residual pneumoperitoneum: A cause of postoperative pain after laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1994;79:152-154.
25. Jackson SA, Laurence SA, Hill J. Is postlaparoscopy pain related to residual carbon dioxide? *Br J Anaesth* 1995;74:477-478.
26. Aademaker BM, Kalkman CJ, Odoom JA, Wit L, Ringers J. Intraperitoneal local anesthetics after laparoscopic cholecystectomy: Effects on postoperative pain, metabolic responses and lung function. *Br J Anaesth* 1994;72:263-266.
27. Raetzl M, Maier C, Schroder O, Wulf A. Intraperitoneal application of bupivacaine during laparoscopic cholecystectomy - A risk or benefit? *Anesth Analg* 1995;81:967-972.
28. Schulte-Steinberg H, Weninger E, Jokisch O, Hofstetter B, Misera A, Lange V, Stein C. Intraperitoneal versus interpleural morphine or bupivacaine for pain after laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1995;82:634-640.



29. Higgins MS., Givugre JL., Marco AP., Blumenthal PO., Furman WA. Recovery from outpatient laparoscopic tubal ligation is not improved by preoperative administration of ketorolac or ibuprofen. *Anesth Analg* 1993;79:274-280.
30. Liu J, Oing Y, White PF, Feinstein R, Shear JM. Effects of ketorolac on postoperative analgesia and ventilatory function after laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993;76:1601-1606.
31. Souter AJ, Fredman B, White PF. Controversias in the perioperative use of nonsteroidal antiinflammatory drugs. *Anesth Analg* 1996;82:1178-1190.
32. Rademaker BM, Ringers J, Odoom JA, Wit LT, Kalkman CJ, Oesting J. Pulmonary function and stress response after laparoscopic cholecystectomy comparison with subcostal incision and influence of thoracic epidural analgesia. *Anesth Analg* 1992;75:381-385.
33. Brasesco OE, Szomstein S, Mailapur RV, et al. La patofisiología del pneumoperitoneo. Diez años de estudios en busca de una teoría unificadora. *Rev Mex Cir Endosc.* 2002;3(2):101-108.
34. Hitchcock M, Ogg TW, Norton AC, Raphael JH. Antiemetics in laparoscopic surgery. *Sr J Anaesth* 1994;72:608-610.
35. Serena G, Graesky M, Mackenzie R, Kallar S, Charles BH, Nelson T, Bruce M, Hahne WF, Brown RF. Intravenous dolasetron for the prevention of postoperative nausea and vomiting after outpatient laparoscopic gynecologic surgery. *Anesth Analg* 1997;84:325-330.
36. Naguib M, Bakry AK, Khoshim M, Channa AB, Gammal M, Gammal K; Elhatlab Y. Prophylactic antiemetic therapy with ondansetron, tropisetron, granisetron and metoclopramide in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: A randomized double-blind comparison with placebo. *Can J Anaesth* 1996;43:226-231.

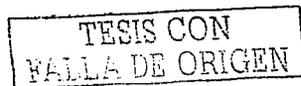


37. Pueyo FJ, Carrascosa F, Lopez L, Iribarren MJ, Garcia PF, Saez A. Combination of ondansetron and droperidol in the prophylaxis of postoperative nausea and vomiting. *Anesth Analg* 1996;83:117-122.
38. Suh R, Klein KW, White PF. The effect of timing of ondansetron administration in patients undergoing otolaryngologic surgery. *Anesth Analg* 1997;84:331-336.
39. Wang Q, Deng S, Huang Y. Application of gasless laparoscopic device in laparoscopic surgery. *Chin Hua Wai ko Tsa Chih (China)* 1995;3:15-18.
40. Smith ST, Organ CH. Gasless laparoscopy with conventional instruments. The new phase in minimally invasive surgery. *Arch Surg* 1993;10:1102-1107.
41. Akimaru K, I de M, Saitoh M, Iwase I, Suzuki S, Uchiyama K, Ohba H, Shibuya T, Shoji T. Subcutaneous wire traction technique without CO<sub>2</sub> insufflation for laparoscopic cholecystectomy. *J Laparoendosc Surg* 1993;1:59-62.
42. Nagai H, Inaba T, Kamiya S. A new method of laparoscopic cholecystectomy; an abdominal walllifting technique without pneumoperitoneum. *Surg Laparosc Endosc* 1991;1:126.
43. Hashimoto D, Abdun Nayeem S, Kajiura S, Hoshino T. Laparoscopic cholecystectomy: an approach without pneumoperitoneum. *Surg Endosc* 1993;7:54-56.
44. Banting S, Shimis S, Vander Velpen G, Cuschieri A. Abdominal wall lift-low pressure pneumoperitoneum laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 1993;7:57-59.
45. Araki K, Namikawa K, Yamamoto H. Abdominal wall retraction during laparoscopic cholecystectomy. *World J Surg* 1993;17:105-108.
46. Paolucci V, Gutt CN, Schaeff B, Encke A. Gasless laparoscopy in abdominal surgery. *Surg Endosc* 1995;5:497-500.

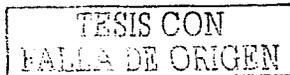
47. Sneider JJ, Smith RS, Organ CH Jr. Apneumic laparoscopy in surgical oncology. *Semin Surg Oncol* 1994;6:391-396.
48. Tsoi EK, Smith RS, Fuy WR, Henderson VJ, Organ CH Jr. Laparoscopic surgery without pneumoperitoneum. A preliminary report. *Surg Endosc* 1994;5:382-383.
49. Nagai H, Kondo Y, Yasuda T, Kashara K, Kanazawa K. An abdominal wall-lift method of laparoscopic cholecystectomy without peritoneal insufflation. *Surg Laparosc Endosc* 1993;3:175-179.
50. Koivusalo AM, Kellokumpu I, Lindgren L. Gasless laparoscopic cholecystectomy: comparison of postoperative recovery with conventional technique. *Sr J Anaesth* 1996;77:576-580.
51. Wooley DS, Puglisi RN, Bilgrani S, Quin JV, Slotman GJ. Comparison of the haemodynamic effects of gasless abdominal distention and CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum during incremental positive end-expiratory pressure. *J Surg Res* 1995;1:75-80.
52. Mc DermottJP, Regan MC, Page R, Stokes MA, Barry K, Moriaty DC, Canshaj PF, Fitzpatrick JM. Cardiorespiratory effects of laparoscopy with and without gas insufflation. *Arch Surg* 1995;9:984-988.
53. Casati A, Valentini G, Ferrari S, Senatore R, Zanguillo A, Torri G. Cardiorespiratory changes during gynaecological laparoscopy by abdominal wall elevation: comparison with carbon dioxide pneumoperitoneum. *SrJ Anaesth* 1997;78:51-54.
54. Couture P, Boudreault D, Girard F, Girard D, Ratelle R. Haemodynamic effects of mechanical peritoneal retraction during laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1997;44:467-472.

55. Ostman PL, Pantle-Fischer FII, Faure EA, Glosten B. Circulatory collapse during laparoscopy. *J Clin Anesth* 1990;2:129-132.
56. Carlson C, Islander G. Silent gastropharyngeal regurgitation during anesthesia. *Anesth Analg* 1981 ;60:655-657.
57. Kelhan SB, Reaney JA, Collins RL. Pneumomediastinum, and subcutaneous emphysema during laparoscopy. *Cleve Clin J Med* 1990;57:639-642.
58. Saleh JW. Complications In Laparoscopy. Philadelphia: WB Saunders 1988:253-266.
59. Pascual JB, Baranda MM, Terrero MFM, Garrido LM, Errasti CA. Subcutaneous emphysema, pneumomediastinum, bilateral pneumothorax, and pneumopericardium after laparoscopy. *Endoscopy* 1990;22:59.
60. Doctor NH, Hussain Z. Bilateral pneumothorax associated with laparoscopy. *Anaesthesia* 1973;28:75-81.
61. Yuzpe AA. Pneumoperitoneum needle and trocar injuries in laparoscopy. *J Reprod Med* 1990;35:485-490.
62. Henhlag A, Loy RA, Laury G, De Cherney AR. Femoral neuropathy after laparoscopy. *J Reprod Med* 1990;35:575-576.
63. Prentice JA, Martin JT. The trendelenburg position. Anesthesiologic considerations in: Positioning in anesthesia and surgery. Philadelphia: WB Saunders 1987:127-145.
64. Alexander GD, Goldruth M, Brown EM, Smiller BG. Outpatient laparoscopic sterilization under local anesthesia. *Am J Obstet Gynecol* 1973; 116:1065-1068.

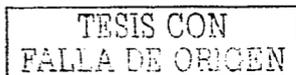
65. Bridenbaugh LD, Sodentrom RM. Lumbar epidural block anesthesia for outpatient laparoscopy. *J. Reprod Med* 1979;23:85-86.
66. Philip BK, Scott DA, Freigberger D, Gibbs RR, Hunt C, Murray E. Butorphanol compared with fentanyl in general anesthesia for ambulatory laparoscopy. *Can J Anaesth* 1991;38:183-186.
67. Fishburne JI, Fulghums MS, Hulka JF, Mercer JP. General anesthesia for outpatient laparoscopy with an objective measure of recovery. *Anesth Analg* 1974;53:1-6.
68. Dhamee Ms, Gandhi SK, Callen KM, Kalbneisch JR. Morbidity after outpatient anesthesia: A comparison of different endotracheal anesthetic techniques for laparoscopy. *Anesthesiology* 1982;57:A 375.
69. Eger EI, Saidman LJ. Hazardous of nitrous oxide anesthesia in bowel obstruction and pneumothorax. *Anesthesiology* 1965;26:61-66.
70. Taylor E, Feinstein R, Soper N, White PF. Anesthesia for laparoscopic cholecystectomy: Is nitrous oxide contraindicated? *Anesthesiology* 1992;76:541-543.
71. Lonle DS, Harper NJN. Nitrous oxide anesthesia and vomiting. *Anaesthesia* 1986;41:703-707.
72. Petts JS, Preeeson RG Jr. A review of the detection and treatment of venous air embolism. *Anes Rev* 1992;19:13-21.
73. Brecyhner VL, Bethune R. Recent advances in monitoring for pulmonary air embolism. *Anesth Analg* 1971;50:225-260.
74. Yacoub OF, Cardona WE, Coveler LA, et al. Carbon dioxide embolism during laparoscopy. *Anesthesiology* 1982;57:533-535.



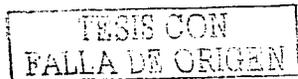
75. Wang JJ, Ho ST, Liu H, et al. Dexamethasone reduces nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1999;83:772-775.
76. Cano-Oliver F, Carballar-López AB. Avances en anestesia para cirugía laparoscópica. *Rev Mex Anest* 1998;21:30-37.
77. Harter, Ronald L, Kelly, William B, et al. A comparison of the volume and pH of gastric contents of obese and lean surgical patients. *Br J Anaesth* 1998;86(1):147.
78. Anderson L, Bringman S, et al. Penumoperitoneum vs laparolift; effects on central circulation in laparoscopy cholecystectomy patients. *Br J Anaesth* 1999;82:55.
79. Paventi S, Perilli V. Effect of intrabdominally insufflated carbon dioxide on hepatic vein flow during laparosc surgery assessed by transesophageal echocardiography. *Br J Anaesth* 1999;82:56.
80. Robe J, Signer C. Ventilation-perfusion distribution during laparoscopic surgery. *Br J Anaesth* 1999;82:64-65.
81. Tortosa JA, Hernández-Palazon J. Intrapertitoneal analgesia in laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1999;82:100-1001.
82. Fuji, Yoshitaka, Saitoh, et al. Ramosetron vs granisetron for the prevention of postoperative nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1999;46(10):991.
83. Harris, Stephen N, Ballantine, et al. Alteration of cardiovascular performance during laparoscopic cholecystectomy; a combined hemodynamic and echocardiographic analysis. *Anesth Analg* 1996;83(3):482.



84. Koivusalo AM, Lindgren L. Splanic and renal deterioration during and after cholecystectomy. A comparison of the carbon dioxide pneumoperitoneum and the abdominal wall lift method. *Br J Anaesth* 1997;85(4):886.
85. Gomola A, Gall O, Larroquet M. et al. Video-assited thoracoscopic surgery for righth middle lobectomy in children. *Paediatr Anaesth.* 1997;7:215-20.
86. Tobias J.D. Anaesthetic implications of Thoracoscopic surgery in Children. *Paediatr Anaesth.* 2001;11:45-48.
87. Muralindhar K, Shetty D.P. Ventilation strategy for video-assisted thoracoscopic clipping of patent ductus arteriosus in children. *Paediatr Anaesth.* 2001;11:45-48.
88. Rehman M, Sherleker S, Schwartz R, et al. One lung anaesthesia for video-assisted thoracoscopic lung biopsy in a paediatric patient. *Paediatr Anaesth.* 1999;9:85-87.
89. Sugi K, Katoh T, Gohra H, et al. Progressive hypertermia during thoracoscopic procedures in infants and children. *Paediatr Anaesth.* 1998;8:211-214.
90. Armnstrong T, Martin PD. Anaesthetic management of a child undergoing thoracoscopic removal of a lung cyet. *Paediatr Anaesth.* 1997;7:159-161.
91. David A, Rowney, Louse M. Laparoscopic fundoplication in children: anaesthetic experience of 51 cases. *Paediatr Anaesth.* 2000;10:291-96.
92. Manner T, Aantaa R, Alanen M. Lung compliance during laparoscopic surgery in paediatric patients. *Paediatr Anaesth.* 1998;8:25-29.
93. Simon R, Haynes, Bonner S. Anaesthesia for thoracic surgery in children. *Paediatr Anaesth.* 2000;10:237-251.



94. Wedgewood J, Doyle E. Anaesthesia and laparoscopic surgery in children. *Paediatr Anaesth.* 2001;11:391-399.
95. Poppas DP, Peters CA, Bilsky MH, et al. Intracranial pressure monitoring during laparoscopic surgery in children with ventriculoperitoneal shunts. *J. Endourol.* 1994;8:93.
96. Sfez M. Laparoscopic surgery in paediatrics: the point of view of an anesthetist. *Cahiers d'Anesthesiol.* 1993;41:237-244.
97. Gentili A, Iannettone CM, Pigna A, et al. Cardiocirculatory changes during videolaparoscopy in children: echocardiographic study. *Paediatr Anaesth.* 2000;10:399-406.
98. Rayman R, Girotti M, Armstrong K, et al. Assessing the safety of pediatric laparoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc.* 1995;5:437-443.
99. Rubin S.Z, Davis GM, Sehgal Y, et al. Does laparoscopy adversely affect gas exchange and pulmonary mechanics in the new born? An experimental study. *J. laparoendosc Surg.* 1996;6:S96-S73.
100. Gueugniaud P.Y, Abisseror M, Moussa M, et al. The haemodynamic effects of pneumoperitoneum during laparoscopic surgery in healthy infants: assessment by continuous esophageal aortic blood flow echo-Doppler. *Anesth Analg* 1998;86:290-293.
101. Beanes S, Emil S, Kosi M, et al. A comparison of laparoscopic versus open splenectomy in children. *Am Surgeon* 1995;61:908-910.
102. Longis B, Grousseau D, Alain JL, et al. Laparoscopic fundoplication in children: our first 30 cases. *J. Laparoendosc Surg* 1996;6(supl.1):S21.
103. Sisten E, Bax NMA, Van deer Zee DC. Is laparoscopic pyloromyotomy superior to open surgery? *Surg Endoscopy* 1998;12:813-815.

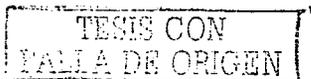


104. Esposito C, Ascione G, Garipoli V, et al. Complications of pediatric laparoscopic surgery. *Surg Endoscopy* 1997;11:655-657.
105. Lunnqvist PA, Hessner U. Radiological and clinical distribution of thoracic paravertebral blockade in infants and children. *Paed Anaesth* 1993;3:83-87.
106. Bosenberg AT, Bland BAR, Schulte-Steinberg O, et al. Thoracic epidural anesthesia via caudal route in infants. *Anesthesiology* 1998;69:265-269.
107. Dalens B, Chystosome Y. Intervertebral epidural anaesthesia in paediatric surgery: success rate and adverse effects in 650 consecutive procedures. *Paed Anaesth* 1991;1:101-117.
108. Tobias J, Lowe S, Odell N, et al. Thoracic epidural anaesthesia in infants and children. *Can J Anaesth* 1993;40:879-882.
109. McIlvaine WB, Knox RF, Fennessey PV et al. Continuous infusion of bupivacaine via intrapleural catheter for analgesia after thoracotomy in children. *Anesthesiology* 1998;69:261-264.
110. Sfez M, Guerard A, Desruelle P. Cardiorespiratory changes during laparoscopic fundoplication in children. *Paediatr Anaesth* 1995;5:89-95.
111. Oikkonen M, Tallgren M. Changes in respiratory compliance at laparoscopy: measurements using side stream spirometry. *Can J Anaesth* 1995;42:495-499.
112. Hammer GB, Manos SJ, Smith BM et al. Single-lung ventilation in paediatric patients. *Anesthesiology* 1996;84:1503-06.
113. Cay DL, Csenderits LE, Lines V, et al. Selective bronchial blocking in children. *Anaesth Intens Care* 1975;2, 127-30.

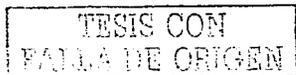


114. Rowe R, Andropoulos D, Heard M et al. Anesthetic Management of pediatric patients undergoing thoracoscopy. *J Cardiothoracic Vasc Anesth* 1994;8,5:563-566.
115. Lord MD, Gourevitch A. The peritoneal anatomy of the spleen with special reference to the operation of partial gastrectomy. *Brit J Surg* 1965;52:202-204.
116. Millard JA, Hill BB, Cook PS et al. Intermittent sequential pneumatic compression in prevention of venous stasis associated with pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1993;128:914-919.
117. Paul DR, Hoyt JL, Boutros AR. Cardiovascular and respiratory changes in response to change of posture in the very obese. *Anesthesiology* 1976;45:73-78.
118. Safran DB, Orlando R III. Physiologic effects of pneumoperitoneum. *Am. J. Surg* 1994;167:281-286.
119. Stellato TA. History of Laparoscopic Surgery. *Surg Clin Of North America* 1992;72:997-1002.
120. Wilson YG, Allen PE, Skidmore R., Baker AR. Influence of compression stockings on lower-limb venous hemodynamics during laparoscopic cholecystectomy. *Brit J Surg* 1994;81:841-844
121. Mason EE. Vertical banded gastroplasty for obesity. *Archives of surgery* 1982; 117:701.
122. Sugarman HJ, Kellum JM, Engle KM. Gastric bypass for treating severe obesity. *American Journal of clinical Nutrition* 1992; 55:560S-566S

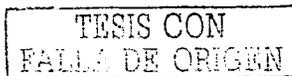
123. Pasulka PS, Bistran Br, Bebotti PN, BN, Blackburn GL. The risks of surgery in obese patients. *Annals of internal Medicine* 1986; 104:540-456.
124. Mason EE, Renquist KE, Jiang D. Perioperative risks and safety of surgery for severe obesity. *American Journal of clinical Nutrition* 1992; 55:573S-576S.
125. Goulding ST, Hovell BC. Anaesthetic experience of vertical banded gastroplasty. *BJA* 1995;75:3:301.
126. Bary GA Definition, measurements, and classification of the syndrome of obesity. *International Journal of Obesity* 1978;2:99 -114.
127. Sjostrom LV. Mortality of severely obese subjects. *American journal of clinical Nutrition* 1992;55:516s-523s.
128. Fobi MAL, Fleming AW. Vertical banded gastroplasty versus gastric bypass in the treatment of obesity. *Journal of the National medical Association* 1986;78:1091-1098.
129. Shenkman Z, Shir Y, Brodsky JB. Perioperative management of the obese patient. *Br J Anaesth* 1993; 70:349-359.
130. Van Itallie TB. Health complications of overweight and obesity in the United States. *Annals of Internal Medicine* 1985; 103:983-988.
131. Putensen-Himmer G, Putensen C, Lammer H, Lingnau W, Aigner F, Benzer H. Comparison of postoperative respiratory function after laparoscopy or open laparotomy for cholecystectomy. *Anesthesiology* 1992; 77:675-680.



132. Johnson D, Litwin D, Osachoff J, McIntosh D, Bersheid B, Church D, Yip R, Gallagher C. Postoperative respiratory function after laparoscopic cholecystectomy. *Surgical Laparoscopy and Endoscopy* 1992; 2:221-226.
133. Collet D, Edey M, Magne E, Perissat J. Laparoscopic cholecystectomy in the obese patient. *Surgical Endoscopy* 1992; 6:186-188.
134. Miles RH, Carballo RE, Prinz RA, McMahon M, Pulawski G, Olen RN, Dahlinghaus DL. Laparoscopy: the preferred method of cholecystectomy in the morbidly obese. *Surgery* 1992; 112:818-823.
135. Schirmer BD, Dix J, Rdge SB, Hyser MJ, Hanks JB, Aguilar M. Laparoscopic cholecystectomy in the obese patient. *Annals of Surgery* 1992; 216:146-152.
136. Phillips EH, Carroll BJ, Fallas MJ, Pearlstein AR. Comparison of laparoscopic cholecystectomy in obese and non-obese patients. *American Surgeon* 1994; 60:316-321.
137. Angriasani L, Lorenzo M, De Palma G, Sivero L, Catanzano C, Tesauro B, Persico G. Laparoscopic cholecystectomy in obese patients compared with nonobese patients. *Surgical Laparoscopy and Endoscopy* 1995; 5:197-201.
138. Joris JL, Sottiaux TM, Chiche JD, Desaive CJ, Lamy ML. Effect of bi-level positive airway pressure (BiPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. *Chest* 1997; 111:665-670.
139. Belachew M, Legrand MJ, Defechereux TH, Burtheret MP, Jacquet N. Laparoscopic adjustable silicone gastric banding in the treatment of morbid obesity. *Surgical Endoscopy* 1994; 8:1354-1356.
140. Sydow FW. The influence of anaesthesia and postoperative analgesic management on lung function. *Acta Chirurgica Scandinavica* 1988; 550 (Suppl.):159-168.



141. Sharp JT, Henry JP, Sweany SK, Meadows WR, Pietras RJ. Total work of breathing in normal and obese men. *Journal of Clinical Investigation* 1964; 43:728-739.
142. Fritts HW, Filler J, Fishman AP, Cournand A. The efficiency of ventilation during voluntary hyperpnea: studies in normal and in dyspneic patients with either pulmonary emphysema or obesity. *Journal of Clinical Investigation* 1959; 38:1339-1348.
143. Warner MA, Warner ME, Weber JG. Clinical significance of pulmonary aspiration during the perioperative period. *Anesthesiology* 1993; 78:56-62.
144. Wisen O, Johansson C. Gastrointestinal function in obesity: motility, secretion, and absorption following a liquid test meal. *Metabolism* 1992; 41:390-5.
145. Sasaki H, Nagulesparan M, Dubois A, et al. Gastric function and obesity: gastric acid secretion and plasma pepsinogen. *Int J Obesity* 1983; 8:183-90.
146. Wright RA, Krinsky S, Fleeman C, et al. Gastric emptying and obesity. *Gastroenterology* 1983; 84:747-51.
147. Lam AM, Grace DM, Penny FJ, Vezina WC. Prophylactic IV cimetidine reduces the risk of acid aspiration in morbidly obese patients. *Anesthesiology* 1986; 65:684-7.
148. Shenkman Z, Shir Y, Brodsky JB. Perioperative management of the obese patient. *Br J Anaesth* 1993; 70:349-59.
149. Eliasson M, Evrin P-E, Lundblad D. Fibrinogen and fibrinolytic variables in relation to anthropometry, lipids and blood pressure. The Northern Sweden MONICA Study. *J Clin Epidemiol* 1994; 47:513-24.



150. Almer L-O, Janzon L. Low vascular fibrinolytic activity in obesity. *Thromb Res* 1975; 6:171-5.
151. Lundgren CH, Brown SL, Nordt TK, Sobel BE, Fujii S. Elaboration of type-I plasminogen activator inhibitor from adipocytes. A potential pathogenetic link between obesity and cardiovascular disease. *Circulation* 1996; 93:106-10.
152. Michaloliaki C, Chung F, Sharma S. Preoperative multimodal analgesia facilitates recovery after ambulatory laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1996;82:44-51.
153. Joris JL, Hinqué VL, Laurent P, et al. Pulmonary function and pain after gastroplasty performed via laparotomy or laparoscopy in morbidly obese patients. *Br J Anaesth* 1998;80(3):283.
154. Bhavani Shankar K, Mushlin PS. Arterial to end-tidal gradients in pregnant subjects. *Anesthesiology* 1997;87:6:1596-7.
155. Steinbrook RA, Datta S. Increase in the arterial-to-end-tidal gradient (intrabdominal carbon dioxide insufflation) in the pregnant ewe. *Anesthesiology* 1997;87:1596.
156. Bhavani Shankar K, Steinbrook RA, Mushlin PS, et al. Transcutaneous PCO<sub>2</sub> monitoring during laparoscopic cholecystectomy in pregnancy. *Can J Anaesth* 1989;45:164-9.
157. Steinbrook RA, Brooks DC, Datta S. Laparoscopic Cholecystectomy during pregnancy. *Surg Endosc* 1996;10:511-5.
158. Elerdind SC. Laparoscopic cholecystectomy in pregnancy. *Am J Surg* 1993;165:625-7.
159. Amos JD, Shorr SJ, Norman PF, Poole GV, Thomae RK, et al. Laparoscopic surgery during pregnancy: A word of caution. *Am J Surg* 1996;171:435-7.

160. Cruz AM, Sutherland LC, Duke T, Townsend HGG, et al. Intraabdominal carbon dioxide insufflation in pregnant ewe. *Anesthesiology* 1996;85:1395-1402.
161. Hunter JG, Swanstrom L, Thornburg K: Carbon dioxide pneumoperitoneum induces fetal acidosis in a pregnant ewe model. *Surg Endosc* 1995;9:272-9.
162. Soper NJ, Hunter JG, Petrie RH. Laparoscopic cholecystectomy during pregnancy. *Surg Endosc* 1992;6:115-7.
163. Cano-Oliver F, Carballar-López AB. Colectectomía laparoscópica y anestesia. Experiencia en el Hospital Español de México. *Rev Mex Anest* 1993;16:143-150.
164. Carballar-López AB, Cano-Oliver F. Anestesia para colectectomía laparoscópica en una paciente con Situs Inversus Totalis. *Rev Mex Anest* 1993; 16:237-241.
165. Perez-Castro JA. La enseñanza en el futuro de la cirugía endoscópica. Cirugía endoscópica. estado del arte o entusiasmo de lo nuevo. *Rev Mex Cir Endosc* 2002;3(2):56-61.
166. Cervantes J. El desarrollo de la cirugía laparoscópica en México. Perspectiva personal. *Rev Mex Cir Endosc* 2000;1(1):2-5.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN