

MÓDULO II

EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN EN CIRUGÍA MINIMAMENTE INVASIVA

INTRODUCCIÓN

La cirugía mínimamente invasiva está en constante evolución debido a los avances tecnológicos. Estos avances han permitido mejorar los equipos quirúrgicos y desarrollar instrumentos más sofisticados. Sin embargo, la cirugía mínimamente invasiva pediátrica suele estar limitada debido a la falta de adaptación de los materiales a los pacientes pediátricos, especialmente neonatos y lactantes. Es importante conocer los equipos y los instrumentos básicos que se deben utilizar en la cirugía mínimamente invasiva pediátrica. **El cirujano es el responsable de controlar su perfecto funcionamiento antes de cada intervención.**

EQUIPOS QUIRÚRGICOS

El equipo de cirugía endoscópica está compuesto básicamente por un sistema de imagen y un sistema de insuflación.

El sistema de imagen está compuesto por: Monitor, procesador de video, cabezal de cámara, fuente de luz, cables de luz y ópticas.

El sistema de insuflación se compone del insuflador de gas y las bombonas de CO₂.

En la mayoría de los equipos se instala un grabador de imágenes para el almacenamiento de las mismas.

SISTEMAS DE IMAGEN

La cadena de imágenes clásica comienza con una fuente de luz, y termina en el monitor, requiriendo seis piezas de equipo:

Fuente de luz

La claridad de la luz resulta un factor decisivo para obtener una buena calidad de imagen. Por consiguiente resulta esencial recurrir a fuentes de luz de gran potencia y alta calidad para obtener imágenes endoscópicas determinantes.

El haz de luz fría que ilumina el campo quirúrgico se genera eléctricamente a partir de una fuente emisora de luz (caliente). La mayoría de los aparatos que equipan los quirófanos actuales disponen de fuentes de luz de xenón (6.000 °K), que producen una luz más blanca y por tanto de mejor calidad. Las lámparas halógenas (5.000 °K) suponen una alternativa más económica a la luz de xenón.

El último paso en el momento actual son las fuentes de luz LED que proporcionan una calidad mayor de luz con menos conducción de calor lo cual aumenta la vida media de los componentes de las fuentes de luz.

La eficacia de las lámparas decrece con su uso, lo cual conlleva una disminución progresiva de la luz que emiten, por este motivo se debe realizar una revisión del balance de blancos antes de empezar cada operación.

De toda la energía consumida en cada lámpara o fuente de luz, el 2% se convierte en luz y el 98% en calor. Las fuentes de luz tienen filtros de calor para disminuir y disipar este y que no se transmita al cable, no obstante si un endoscopio o un cable están en contacto con el paciente pueden provocar una quemadura en menos de veinte segundos.

Cable de luz fría

Es un cable semiflexible, compuesto por fibras de cristal ópticas recubiertas con una funda de protección, que transmite la luz desde la fuente hasta la óptica utilizando el principio de la reflexión interna total de la luz. La flexibilidad viene determinada por el número y posición de las fibras ópticas. Las fibras suelen tener un diámetro de 5 micras por lo que debemos evitar ángulos agudos en el cable para que no se rompan. Los cables con menos de un 75% de fibras funcionantes deben ser retirados.

Ópticas

Las ópticas están compuestas de una serie de lentes de cuarzo, separadas por aire, dispuestas en el interior de una estructura cilíndrica de metal (sistema Hopkins). Su función es transmitir un haz de luz artificial, suficiente para poder obtener una buena visualización y una imagen precisa y nítida de la zona quirúrgica. Pueden variar en

diámetro, longitud, ángulo de visión y en la existencia de canal de trabajo. Las ópticas más recomendables por su diámetro son las de 10 mm, dan más luz y mejor visión, y las de 5 mm, más adaptables en cirugía pediátrica a los pacientes de menor tamaño. La longitud de las ópticas varía entre 18 – 25 mm. Se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar la óptica a utilizar que cuanto mayor es el diámetro, mayor es la visualización de la imagen y la luminosidad. Las ópticas más utilizadas en laparoscopia suelen ser las de 0° (sin angulación) y las anguladas de 30°. Estas últimas permiten una mejor visualización de áreas anatómicamente más complejas, amplían el campo quirúrgico y ayudan a prevenir el “choque de instrumentos”.

Cámaras

El desarrollo de la laparoscopia está asociado al de las videocámaras con **dispositivo de carga acoplada** (CCD). El CCD es un [sensor](#) con diminutas [células fotoeléctricas](#) que registran la [imagen](#). Desde allí la imagen es procesada por la cámara. La capacidad de resolución o detalle de la imagen depende del número de células fotoeléctricas del CCD. Este número se expresa en [píxeles](#). Se emplean cámaras pequeñas con uno o tres CCD (Charge Coupled Device) que tienen un cabezal adaptable al ocular de la óptica y se conectan al procesador de vídeo mediante un cable.

En el momento actual este tipo de cámaras compiten con las de tipo CMOS (semiconductor complementario de óxido metálico). Este tipo de cámaras producen imágenes de alta calidad con poco ruido digital. Los **CMOS** consumen menos energía (un sensor CCD puede llegar a consumir hasta 100 más energía que el **CMOS**) esto hace que la una cámara con este tipo de sensor dure más.

Monitores

La calidad de la imagen que vemos durante la cirugía dependerá del número de los píxeles que el monitor es capaz de representar por pulgada. Esto se conoce por **resolución** o definición, en otras palabras, el número de puntos o píxeles que el monitor tiene de ancho y de alto. Salvo algunos modelos de menor tamaño, la mayor parte de monitores tiene una resolución **1920 × 1080 píxeles**. A esta característica se le denomina **Alta**

definición 1080p o Full HD. Los monitores 4k que amplían el número hasta 4000 líneas horizontales, aumentan la calidad de imagen, pero son mucho más caros.

SISTEMA DE INSUFLACIÓN

Insuflador de gas y bombonas de CO₂

Controla la presión con la que se insufla el gas y mide constantemente el flujo para garantizar una presión continua. Es automático, insufla cuando baja de la presión programada y se detiene al llegar a ella. Las características de un insuflador ideal son: permitir altos flujos, humidificar el gas, tener alarmas que permitan un trabajo seguro y permitir la exuflación automática en caso de presión excesiva.



Las propiedades del “gas ideal” que deberíamos insuflar también son conocidas: absorción mínima, efectos fisiológicos mínimos, excreción rápida, no combustible, efectos mínimos por embolización intravascular y solubilidad sanguínea alta. Sin embargo, el “gas ideal” no existe actualmente. El gas que empleamos es el dióxido de carbono (CO₂). Las ventajas del CO₂ son que es inocuo (no inflamable), barato, fácil de conseguir, soluble en sangre, metabolismo rápido, y las desventajas son fundamentalmente la hipercapnia, la acidosis y el dolor postoperatorio.

Antes de empezar la cirugía debemos asegurarnos que las bombonas de gas tienen suficiente CO₂ y estableceremos la presión y el flujo con el que trabajaremos inicialmente. Estos parámetros varían en función de la edad del paciente y del abordaje

(laparoscopia o toracoscopia). En cirugías laparoscópicas en niños mayores y adolescentes se suele utilizar presiones de hasta 12 mmHg, mientras que en lactantes las presiones suelen rondar los 8-10 mmHg y en neonatos no suelen superar los 6 mmHg. El flujo empleado en los niños más pequeños no suele superar los 3-5 L/min y en los mayores es muy variable. Hay que tener en cuenta que en algunos momentos de la cirugía podemos necesitar aumentar el flujo como por ejemplo cuando aspiramos, cambiamos los instrumentos... En la cirugía toracoscópica, la presión y el flujo que utilizaremos también serán más bajos (4-6 mmHg y 2-5 L/min).

INSTRUMENTOS QUIRÚRGICOS

Trócares

Permiten la introducción de ópticas e instrumentos para acceder a la cavidad torácica o abdominal. Constan de una camisa o cánula y un punzón que puede tener o no una cuchilla. Las cánulas tienen una válvula que evita fugas al introducir y retirar los instrumentos y, la mayoría, tienen una llave de insuflación. Pueden ser desechables o reutilizables.

Los diámetros y las longitudes son variables. En Cirugía Pediátrica se suelen emplear trócares de 6 mm para los instrumentos de 5 mm y las ópticas y trócares de 3.5 mm para los instrumentos de 3 mm . Normalmente se emplean los trócares de longitud más corta.

Pinzas

Existen varios tipos de pinzas, que también pueden ser reutilizables o desechables. Las pinzas constan de:

- Mango: puede tener cremallera, sistema de rotación y conector para coagulación.
- Camisa: puede ser de metal o aislada.
- "Insert" o punta: es el dispositivo de trabajo (pinza de agarre, disector, pinza plana, Babcock, Allis)

Porta-agujas

La sutura intracorpórea es esencial para poder realizar cirugía mínimamente invasiva avanzada. Idealmente, debemos contar con porta-agujas de diferentes diámetros (3-5 mm) y diferentes longitudes (19-20 mm y 28-32 mm). Existen porta-agujas con palas rectas y con palas anguladas. Normalmente, se utilizan aquellos con palas anguladas.

Bajanudos

Se utilizan para deslizar los nudos extracorpóreos. Se apoya en uno de los cabos por fuera del nudo y se desliza al interior de la cavidad mientras se tensa el otro cabo.

Endolazos

Constan de una sutura preanudada, que puede ser de material reabsorbible o irreabsorbible, que pasa por el interior de una varilla que actúa como bajanudos y una vaina que rodea la varilla. La varilla tiene un rebaje por donde se fragmenta, lo que permite tensar el hilo, deslizar el nudo corredizo y cerrar el lazo.

Portaclips

Son útiles para el cierre de estructuras tubulares como el conducto cístico, el apéndice... Consisten en una pinza que sostiene uno o varios clips y permite cerrarlos a presión. Normalmente, los portaclips inventariables se van recargando a medida que los vamos utilizando, mientras que los desechables cuentan con un número fijo de clips que se pueden aplicar de manera consecutiva.



Endograpadoras

Existen dispositivos de grapado lineal y circular. Los más habituales en Cirugía Pediátrica son los lineales (endoGIAs). La mayoría de las endograpadoras utilizan grapas de titanio colocadas en dos filas triples y tienen un cuchilla que divide el tejido entre ambas filas. Las grapas pueden ser de diferentes tamaños y profundidades y los cartuchos pueden ser de diferentes longitudes y de superficie plana o escalonada (grapado a diferentes alturas). Las endograpadoras más flexibles permiten rotación, articulación y recargar los cartuchos en el mismo dispositivo. Las endograpadoras suelen tener un diámetro de 12-15 mm por lo que su uso está limitado en niños pequeños y lactantes. Sin embargo, recientemente se han diseñado endograpadoras de 5 mm, lo que permite el uso de estos dispositivos en lactantes y neonatos.



Sistemas de corte y coagulación

Existen varios tipos de dispositivos que permiten cortar y coagular. Asimismo, diferentes pinzas y tijeras tienen un conector para coagulación lo que permite realizar varias funciones simultáneamente. Los dispositivos de corte y coagulación básicos son:

- El bisturí eléctrico monopolar: energía electromagnética con un electrodo activo y uno pasivo, donde la corriente va desde el electrodo activo (bisturí) a través del tejido hasta el electrodo pasivo (placa colocada en el paciente). La punta puede ser fija o intercambiable. Existen múltiples diseños de electrodos, los más utilizados son los que acaban en forma de paleta o los que tienen forma de gancho. El gancho permite traccionar del elemento a coagular, alejándolo así de otros tejidos.
- Selladores bipolares avanzados (Ligasure): energía electromagnética con dos electrodos activos, donde la corriente atraviesa el tejido y va de un electrodo a otro (palas de las pinzas). Permite el sellado de vasos de hasta 7 mm de diámetro.
- Ultrasonidos (Harmónico): las ondas de ultrasonidos provocan el sellado de los vasos por desnaturalización de las proteínas de su pared. Normalmente, permiten seccionar vasos de hasta 5 mm de diámetro.

COMPARATIVA ENTRE ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA Y ULTRASÓNICA	
ELECTROMAGNÉTICA	ULTRASÓNICA
Corriente eléctrica a través del paciente	No corriente a través del paciente

Corte mecánico con cuchilla	No riesgo de quemaduras eléctricas
Sellado seguro de vasos hasta 7 mm	Sellado seguro de vasos hasta 5 mm
Produce humo	Menos humo
A veces adherencias del tejido a las palas	No adherencias a las palas
Se pueden calentar demasiado	Se calientan sin llegar a quemar

Sistemas de irrigación-succión

A pesar de que se pueden utilizar gasas o torundas para limpiar el campo operatorio, existen sistemas específicos de lavado-aspirado para cirugía endoscópica. El dispositivo suele constar de un tubo con varios orificios en el extremo distal y con un sistema de llaves en el extremo proximal. A este extremo proximal se conectan dos tubos de goma, uno conectado a aspiración y el otro a un envase con suero fisiológico a presión.

Endobolsas

Permiten la extracción protegida de tejidos u órganos como el apéndice, la vesícula, el bazo... También se utilizan para extracción de piezas tumorales y evitar así posibles diseminaciones. Suelen ser de poliuretano para evitar las porosidades y permitir el soporte adecuado. Son estériles y de un solo uso. Las más utilizadas son de 10-15 mm por lo que su uso está limitado en niños.

Separadores

En la cirugía mínimamente invasiva la separación de los órganos para la exposición del campo operatorio es más limitada que en cirugía abierta convencional. De ahí, que hayamos recurrido a diferentes alternativas. Es importante poder movilizar la mesa operatoria hacia cualquier dirección ya que la gravedad es un factor determinante en la posición intraabdominal de las vísceras. Dependiendo la estructura que queramos

separar y, en función de hacia dónde la queramos separar, podemos utilizar varios tipos de instrumentos; es decir, desde unos palpadores, que son varillas rectas, hasta instrumentos con palas en su extremo distal que se pueden abrir. Es fundamental que estos instrumentos sean lo menos traumáticos posible para evitar complicaciones como hemorragias en el hígado o bazo o perforaciones en caso del tubo digestivo. Los puntos de tracción y los puntos transabominales pueden ser útiles en ciertas cirugías para la exposición de los órganos.

REFERENCIAS

Targarona Soler EM, Balagué Pont C, Trías Folch M. Bases de la cirugía laparoscópica. In: Parrilla Paricio P, Landa García JI, editors. Cirugía AEC: manual de la Asociación Española de Cirujanos. Madrid: Médica Panamericana 2009. P 83-92.

Harmon CM. Equipment and instruments. In: Bax K(N) MA, Georgeson KE, Rothenberg SS, Valla JS, Yeung CK, editors. Endoscopic surgery in infants and children. Berlin: Springer; 2008. P 7-25 .

Saxena AK. Instrumentation and equipment. In: Saxena AK, Hollwarth ME, editors. Essentials of pediatric endoscopic surgery. Berlin: Springer; 2009. P 17-40.

Westgarth-Taylor C, de Lijster L, van Bogerijen G, Millar AJ, Karpelowsky J. A prospective assessment of renal oxygenation in children undergoing laparoscopy using near-infrared spectroscopy. Surg Endosc 203; 27: 3696- 3704.

Pérez Sagaseta C, Jiménez J. Electrocirugía en laparoscopia. 2016 DOI: 10.13140/RG.2.1.3326.6160

Lee ACH, Grant HW. Equipment and Ergonomics. In: McHoney M, Kiely EM, Mushtaq I, editors. Color atlas of pediatric anatomy, laparoscopy and thoracoscopy. Berlin: Springer; 2017. P 9-26.