

ЭНДОХИРУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ. ОПИСАНИЕ, ФУНКЦИИ, СВОЙСТВА, КРИТЕРИИ ВЫБОРА

Содержание

- **состав эндо - комплекса, требования к операционной;**
- **видеокамера;**
- **видеообъективы;**
- **видеомонитор;**
- оптика (лапароскоп, торакоскоп и пр.);
- осветитель и световод;
- видеозапись (магнитофоны, видеопринтеры, архиваторы изображения);
- инсуффлятор;
- электрокоагулятор (ВЧ-генератор);
- электрохирургические инструменты;
- дополнительное оборудование, в том числе;
 - аппараты для отсоса - ирригации, морцеллятор;
 - ультразвуковой сканнер, лазер, ультразвуковой деструктор;
 - стойка-тележка для оборудования и пр;
 - оборудование для телемедицины;
 - троакары, торакопорты;
 - манипуляторы, иглодержатели;
 - клипсы, клип-аппликаторы;
 - сшивающие аппараты для эндо- и открытой хирургии;
- шовные материалы: классификация;
- их свойства и применение;
- эндоскопические иглы.

Комплекс оборудования и инструментов для выполнения эндовидеохирургических вмешательств состоит из следующих основных компонентов:

- видеооборудование для получения изображения на экране монитора и архивирования его (видеокамера, монитор, оптика, осветитель, световод, соединительные провода, опциональное видеооборудование для архивирования на видеокассетах, компакт дисках, флоппи-дисках или на винчестере компьютера);
- инсуффлятор при вмешательствах в брюшной полости, гистероинсуффлятор или ирригационный насос для гистероскопии, артропомпа — при артроскопии, аппарат для отсоса — ирригации;

- электрокоагулятор с принадлежностями и инструментами;
- дополнительное оборудование (морцеллятор, ультразвуковой деструктор, ультразвуковой сканнер, аргон-приставка, лазер и пр.);
- инструменты для создания и сохранения «каналов доступа» (троакары, торакопорты);
- ручные инструменты (5мм и 10мм);
- клип-аппликаторы, лапароскопические и «открытые» сшивающие аппараты, иглодержатели, шовный материал;
- оборудование и средства для дезинфекции и стерилизации.

Подготовка оперблока к лапароскопическим операциям

Поскольку эндовидеоскопические операции относятся в большин-

стве своем к «чистым», то и выбор операционной должен останавливаться на соответствующем отделении или операционной оперблока. Необходимо проверить наличие в ней стандартного общехирургического и анестезиологического оборудования и инструментов — даже если не планируется выполнять здесь открытые полостные операции, никогда нельзя исключить возможность конверсии. Операционный стол, по возможности, должен быть специализированным эндоскопическим (ряд иностранных фирм выпускают их), однако достаточно и обычного хорошего операционного стола, который отвечал бы следующим требованиям:

- Возможность снятия ножного конца и раздвигания ног (при операциях на верхнем этаже брюшной полости хирургу или «камера-мэну» удобно стоять между ног пациента).

- Хорошие функциональные возможности стола: положение Тренделенбурга не менее 30 град., положение Финнея не менее 30 град., боковые повороты не менее 15 град., выдвижение почечного валика или центральный «излом» стола — хирург не имея возможности вводить многочисленные зеркала, ретракторы и прочее вынужден в полной мере использовать положение пациента для отведения внутренних органов.

- Стол должен быть рентгенопрозрачным, снабжен устройством для установки кассеты для возможности выполнения интраоперационных Rg-исследований.

· Проверьте, заземлен ли операционный стол.

Также необходимо **выполнить** следующее:

· На окнах должны быть жалюзи или глухие внутренние ставни. Согласовать их обработку с СЭС. Во время работы в помещении должен быть полумрак, отсутствовать прямой солнечный свет.

· Обсудить с СЭС вопросы дезинфекции и стерилизации инструментов — возможно придется приобрести какие-либо растворы, которых не было ранее в больнице (например, «Сайдекс», «Виркон») и/или дополнительные приспособления. Для жидкой стерилизации понадобится лоток глубиной не менее 10 см, шириной 20-25 см и длиной 60-70 см. Для газовой стерилизации и хранения инструментов нужна герметичная параформалиновая камера.

· Поставить в операционную (или комнату, где будет храниться оборудование) металлическую дверь, решетки, сигнализацию.

· Убедиться, что в операционной есть свободные розетки типа «евростандарт» — их еще называют «медицинские». Проверить, действует ли в них заземление.

· Помимо заземления, наличие стабилизатора напряжения или так называемого « сетевого фильтра» увеличивает срок службы приборов, поскольку в отечественных электросетях возможны значительные колебания напряжения.

· Организовать регулярную поставку углекислого газа (заправку баллонов). Желательно, чтобы это была специализированная компрессорная станция, производящая сжатый газ по медицинским стандартам. Чтобы избежать засорения фильтров инсуффлятора, на выходе из баллона необходимо поставить съемный многоразовый фильтр.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПРИНЦИПЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНДОСКОПИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ВИДЕОКАМЕРА

Появление минимально-инвазивных методик открыло новую технологическую эру в хирургии, предъявляющую особые требования к качеству оснащённости эндовидеооперационной. Хирург, лишенный непосредственного визуального и тактильного контакта с оперируемым органом, принимает множество самых ответственных решений только на основе видеоизображений. В настоящей статье описаны варианты устройства и влияющие на качество изображения характеристики видеокамеры — главного компонента эндовидеосистемы. Основой видеокамеры является **чип** (иные названия: сенсор, ПЗС-матрица, charged coupling devise — CCD) — полупроводниковая пластина, поверхность которой поделена на сотни тысяч световоспринимающих элементов — пиксел. Когда серия световых квантов попадает на поверхность чипа, тот генерирует электронный сигнал, посылаемый в процессор, который в свою очередь и преобразует его в изображение на экране монитора.

Цветность достигается различными методами, простейший — цветовая решетка, помещенная перед чипом, позволяет отдельному пикселу воспринимать только красный,

зеленый либо синий цвет, а общая цветная картинка создается сложением трех отдельных в процессоре. Другой метод построен на принципе стробоскопии, когда один и тот же чип за 1/30 долю секунды получает через электронный фильтр красную, затем в следующую 1/30 секунды зеленую и, наконец, синюю составляющую светового потока, они фиксируются в памяти процессора, и 10 раз в секунду формируется составной визуальный сигнал. Наконец, третий, наиболее дорогой принцип основан на разделении естественного светового луча оптической призмой на три цветных (красный, зеленый и синий), которые воспринимаются тремя отдельными чипами. За счет этой технологии **трехчиповая** камера передает больше информации, обладает лучшей разрешающей способностью и более высокой световой чувствительностью, нежели **одночиповая**, однако превышает последнюю по цене в два-три раза. В зависимости от качества и стоимости исходных компонентов, а также удачности программных решений видеокамеры различных производителей могут в разы отличаться по своим характеристикам.

Основные технические характеристики видеокамер, по которым можно судить о качестве видеоизображения, следующие:

· **Световая чувствительность** (минимальный уровень освещенности) измеряется в люксах и показывает интенсивность светового



го потока, необходимую для отображения объекта. Это важно для адекватной оценки интраоперационных состояний. Кроме того, при низкой чувствительности видеокамеры хирург вынужден увеличивать за счет мощности осветителя световой поток, что может вызвать бликование изображения и повышенный износ световода и эндоскопа за счет их чрезмерного нагрева. Трехчиповые видеокамеры в силу конструктивных особенностей имеют более высокую чувствительность – на уровне 1-2 люкса, хотя одночиповые камеры некоторых производителей (Storz, GIMMI, Wolf) также вплотную подошли к барьеру в 1 люкс.

· **Скорость срабатывания электронной диафрагмы** показывает, насколько быстро компьютерный микропроцессор видеокамеры реагирует на изменяющиеся условия освещенности объекта. Главным образом, это связано с осевыми перемещениями эндоскопа в брюшной полости – в качестве примера: орган на расстоянии 2-3 см от объектива лапароскопа (рабочее расстояние) освещен в 36-56 раз больше, чем на расстоянии 12-15 см (расстояние от троакара до органа). Эта дистанция преодолевается хирургом за секунду и видеокамера должна адекватно подстраиваться к стремительно меняющимся условиям освещенности. Тем не менее, иногда эта функция мешает, и приятно, что в ряде моделей существует кнопка ее выключения. Кроме того, существует проблема, успешно решенная в отдельных моделях: в полостях, особенно в брюшной, расстояние до объекта вмешательства (в центре) намного меньше, чем до окружающих органов и структур (на периферии). Микропроцессор камеры производит постоянную оценку уровня освещенности и при попытке обеспечить адекватное изображение на всём экране повышает чувствительность. Это улучшает восприятие большой площади

изображения, но приводит к бликам в небольшой, но наиболее важной для хирурга, зоне. Эти блики исчезают при отдалении от объекта – тогда теряются детали, попытки же приблизиться к зоне вмешательства вновь приводят к прежнему эффекту. Решение этой проблемы возможно при наличии функции **SPOT** («пятно») – оценка уровня освещенности осуществляется не по всей площади изображения, а лишь по наиболее важной для хирурга области – центральной (Digicam VI – GIMMI).

Уровень отношения шума к полезному сигналу измеряется в децибелах. Средние значения – около 50 dB. Чем выше показатель, тем меньше помех и шумов присутствует в видеосигнале, тем «чище» изображение. Разрешающая способность связана с количеством отдельных элементов – пикселей, размещенных на ПЗС-матрице. Часто производители указывают один из трех вариантов, по которому можно судить о разрешающей способности:

- количество пикселей, например, 438 тысяч пикселей;
- размещение пикселей, например, 752x582, что более информативно, поскольку произведение этих цифр и дает в результате их общее количество (здесь – 438.000). Это часто встречающееся значение связано с телевизионным форматом PAL – 720x576);
- разрешение по горизонтали – например, 480 линий.

Нужно отметить, что количество пикселей не всегда точно коррелирует с разрешением видеокамеры – это наглядно демонстрируется в сравнительной таблице на следующем развороте. Кроме того, здесь есть еще один подводный камень – увеличение количества пикселей не ведет напрямую к повышению качества получаемого изображения. В силу разных причин, прежде всего из соображений ком-

пактности и цены, производители стремятся использовать матрицу меньшего размера, при этом размещая на ней то же самое количество отдельных пикселей. Разумеется, пиксел меньшего размера будет обладать сниженной чувствительностью – а под это определение практически всегда подходит чуть ли не большая часть операционного поля, за исключением центральной зоны. Современные компьютерные технологии позволяют производить **дополнительную цифровую обработку видеосигнала**:

· **Enhancement** – усиливает контрастность краев объектов и структур, что делает картинку более четкой, более резкой («цифровая дополнительная настройка на резкость»). Возможность отключения этой функции (GIMMI, Storz) позволяет работать не только с ригидной, но и гибкой оптикой – в противном случае подобная «настройка на резкость» выделяет и усиливает мозаичность изображения.

· **Gain** – микропроцессорное усиление яркости изображения позволяет с большим комфортом оперировать в условиях сниженной освещенности (Stryker, GIMMI, Storz). Однако нельзя забывать, что при прочих равных условиях данное цифровое усиление яркости ведет к снижению контрастности объекта.

· **Dynamic Range Enhancement** (динамическое усиление диапазона) – происходит отфильтровка движущихся частиц – «шумового сигнала» – и на экран монитора выводится изображение, свободное от них. Данная функция видеокамеры (Alpha VapClear – GIMMI) позволяет снизить время операций, во время которых осуществляется частая коагуляция, или в жидкой среде присутствуют посторонние взвеси, отпадает необходимость производить десуффля-

цию (лапароскопия) или активное промывание зоны вмешательства (гинекология, урология, артроскопия).

Баланс белого цвета (white balance). Ушли в прошлое времена, когда хирург перед каждой операцией должен был напряженно замереть, чтобы «поймать» в центр шкалы метку на экране монитора. Теперь все видеокамеры снабжены автоматической системой настройки баланса белого цвета. Однако кнопка настройки белого баланса не исчезла — ее наличие связано с «цветовыми температурами» различных типов осветителей. Поскольку даже заметные на глаз голубоватый оттенок света ксеноновых ламп и желтоватый — галогеновых — искажают истинную цветопередачу, видеокамера проводит их коррекцию. Камера «запоминает» существующие на тот момент отличия видеосигнала от реального белого цвета и производит настройку электронного светофильтра. Таким образом, при выборе видеокамеры следует адекватно оценивать не только цену комплекта (блок управления, головка, шнур), но и чувствительность (не < 2 лк), разрешение (>450 линий), отношения сигнала к шуму (50 dB и более), наличие дополнительных вариантов цифровой обработки видеосигнала. Проведя сравнение по техническим характеристикам и стоимости, хирург подходит к непосредственному выбору аппарата. И здесь сравнивается удобство в работе. Головка камеры должна быть компактной, легкой, удобно лежать в руке. Не плохо, когда на ней размещены кнопки управления, например, видеомагнитофоном или видеоархиватором. Вызывает некоторые сомнения целесообразность размещения на ней кнопок настройки резкос-

ти и баланса белого — их случайное нажатие во время операции приведет к сбою настроек, может вызвать остановку вмешательства и, теоретически — осложнение. Наличие дополнительной защиты шнура в месте выхода из головки снижает вероятность его механической поломки, что также важно, поскольку замена поврежденного шнура — весьма дорогая манипуляция.

Разумеется, поскольку видеокамера является зачастую наиболее дорогим компонентом видеосистемы, необходимо соблюдать определенные правила ее эксплуатации:

Видеокамера — правила безопасности, инструкция, устранение мелких неисправностей. Пользователь отмечает, что при работе с разными компонентами видеосистемы размер изображения на мониторе варьирует. Особенно это заметно при смене диаметра оптики: при полноэкранном изображении от 10 мм лапароскопа та же видеокамера дает небольшое круглое окошко, присоединенная к 4 мм оптике (гистероскопия, цистоскопия и т.п.). От чего же это зависит, как изменить размер картинки на экране?

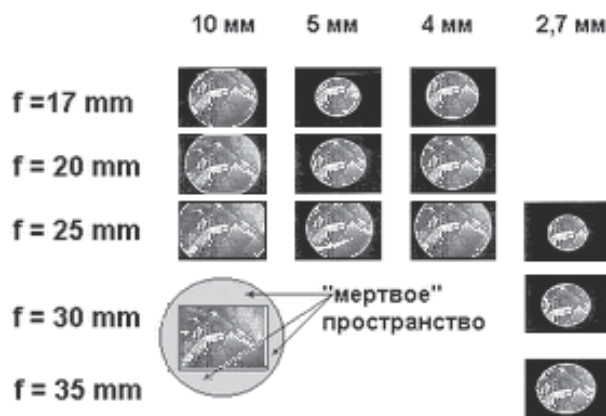
Величина изображения на экране монитора зависит от соотношения нескольких компонентов видеосистемы. Изменить же его можно, меняя величину фокусного расстояния объектива видеокамеры. Для этого надо либо подбирать

(менять) **видеоадаптеры** с различной величиной фокусного расстояния, либо использовать **объектив с зумом (zoom)**.

На схеме представлена изменение размера «круглого» изображения, отображаемого на экране монитора в зависимости от диаметра оптики и величины **фокусного расстояния** видеообъектива.

МОНИТОР

Эндовидеосистема — взаимосвязанный комплекс, поэтому качество изображения зависит от работы всех его компонентов. Первой задачей, встающей перед эндохирургом при переоборудовании стандартной операционной в эндоскопическую, является максимальное устранение визуальных помех. Для предотвращения бликов на экране и усиления контрастности изображения необходимо иметь возможность даже в солнечный день создать в помещении полумрак, что достигается установкой на окна жалюзи, плотных штор или съемных панелей. Правильное заземление операционного стола и оборудования, работающего в операционной, помимо требований электробезопасности, имеет большое значение и в аспекте получения качественного видеоизображения без помех, что особенно заметно при работе высокочастотных электрохирургических аппаратов (коагуляторов). Выбор видеомонитора имеет весьма существенное значение. Различные типы видеосоединений обладают различной пропускной способностью, а кинескопы и экраны — различным разрешением и частотой развертки. Даже специально предназначенные для медицинских целей видеомониторы имеют разный



набор разъемов для входа видеосигнала. У недорогих – а значит, самых распространенных – моделей разрешение составляет 500 ТВ-линий по горизонтали, частота – 50 Гц, отсутствуют RGB и Y/C разъемы. Каждая фирма-производитель снабжает видеокамеру разъемами одного-двух, иногда трех стандартов, что в дальнейшем определяет объем информации, передаваемой на монитор.

Видеосигнал (Video Output) состоит из трех основных составляющих:

1) синхронизирующего сигнала (sync — обеспечивает изображение и его стабильность);

2) сигнала освещенности (Y — яркость и отдельные детали изображения) и цветового сигнала (C — насыщенность изображения различными цветами). Эти три сигнала могут передаваться по одному или нескольким каналам и наиболее распространенными системами являются:

- **BNC**: композиционный одноканальный шнур, содержащий в себе все три компонента. Ширина частоты каждой составляющей невелика, и поэтому видеокамеры с высоким разрешением не могут транслировать информацию на монитор в полном объеме.

- **S-VHS** или **Y/C**: семиштырьковый разъем, предоставляющий более широкие диапазоны частот для прохождения сигналов и, соответственно, более высокое разрешение.

- **RGB**-сигнал в комбинации с S-гнездом: цветовая информация идет по трем шнурам: R — красный, G — зеленый и B — синий, а синхронизация идет по четвертому S-кабелю.

В таблице ниже приведены сравнительные характеристики различных типов видеоразъемов; из нее видно, что при отсутствии RGB и Y/C видеовходов на мониторе даже великолепное изображение может быть в 2-3 раза хуже только за счет отсутствия надлежащего разъема.

Сравнительные характеристики различных типов видеоразъемов

Помимо системы передачи сигнала имеют значение и собственные характеристики монитора. Так, стандартный монитор с диагональю 14" (37 см) и частотой развертки 50 Гц обладает разрешением 500 ТВ-линий. Отсюда следует, что использо-

вание трехчиповой камеры с монитором диагональю 14" или монитором с большим экраном, но без RGB-разъема нецелесообразно, поскольку в силу своих характеристик они «ухудшают» изображение, потенциально возможное на 3-чиповой камере, почти вдвое. В итоге, какой же монитор выбрать — 37 см или 52 см по диагонали? Лучше — два монитора по 52 см. Если же финансовые возможности не дают (пока) возможности приобрести подобную конфигурацию, начинать можно и с одним «маленьким» монитором — все равно стойка может быть расположена на расстоянии 1,5 — 2 метра от глаз хирурга, и вам, в принципе, хватит такого размера экрана. Главное — это должен быть монитор, а не телевизор. Но выбор огра-

ничивается не только размером экрана. Только одна компания Sony предлагает более 30 моделей профессиональных видеомониторов с разбросом цен от 700 до 4.000 долларов. После того как сделан (предварительный) выбор размера экрана по диагонали, определитесь, сколько видеоканалов вам потребуется. Для целого ряда комплектаций может хватить и одного. Например, у вашей эндовидеокамеры два видеовыхода: один соединяется с видеовходом монитора, другой — с видеомангитофоном или видеоархиватором. При этом другое оборудование, требующее подачи на него видеосигнала, не используется или присоединяется каскадно (последовательно) от видеовыхода магнитофона. Даже если у видеока-

| Тип соединения | количество пинов (штырьков) | разрешающая способность |
|----------------------|---|-----------------------------|
| BNC | один | 60 ТВ-линий или 3,9 МГц |
| Y/C | семь | до 480 ТВ-линий или 5,5 МГц |
| RGB (red/green/blue) | три отдельных канала плюс синхронизационный | до 700 ТВ-линий или 7,5 МГц |

меры только один видеовыход — можно, правда с незначительной потерей качества видеосигнал на видеомангитофон подавать от монитора. Два видеоканала монитора требуются в том случае, если вы подключаете к нему два независимых источника видеосигнала, например, вторая видеокамера при симультанной фиброэндоскопии или гистероскопии, видеоизображение от ультразвукового сканнера и т. п. Три отдельных видеоканала могут понадобиться по тем же причинам, но еще реже. Обратите внимание, что при трех видеоканалах монитора снабжены большим числом типов разъемов и соединений с другими источниками или получателями видеосигнала.