



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования Первый Московский
государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Сеченовский Университет)

УЧЕБНОЕ
ПОСОБИЕ

ХИРУРГИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ И АППАРАТЫ ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АТЛАС

Под редакцией
Е.Е. Ачкасова, В.А. Мусаилова

Министерство науки и высшего образования РФ

Рекомендовано Координационным советом по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебного пособия для использования в образовательных учреждениях, реализующих основные профессиональные образовательные программы высшего образования уровня специалитета по направлениям подготовки 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.02 «Педиатрия», 32.05.01 «Медико-профилактическое дело», 31.05.03 «Стоматология»

Регистрационный номер рецензии 1004 от 20 февраля 2020 года



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Участники издания	6
Введение	8
Глава 1. История хирургии и хирургических инструментов.	10
1.1. Мировая история хирургии	10
1.2. Развитие хирургии в России	16
Вопросы для самоконтроля	18
Глава 2. Общие и специализированные хирургические инструменты	20
2.1. Общая часть	20
2.1.1. Классификация хирургических инструментов	20
2.1.2. Требования к общехирургическим инструментам	24
2.1.3. Требования к микрохирургическим инструментам	25
2.2. Инструменты для разъединения тканей	26
2.2.1. Скальпели и ножи хирургические	27
2.2.2. Ножницы	31
2.2.3. Ложки медицинские	34
2.2.4. Долота медицинские	35
2.2.5. Остеотомы и долота	35
2.2.6. Молотки хирургические	37
2.2.7. Распаторы	38
2.2.8. Пилы	39
2.2.9. Кюретки	40
2.2.10. Щипцы костные	42
2.2.11. Коловороты и сверла	47
2.2.12. Троакары	48
2.2.13. Дрели	48
2.2.14. Пункционно-биопсийные иглы	49
2.2.15. Диссекторы	50
2.3. Зажимные инструменты	50
2.3.1. Зажимы кровоостанавливающие	51
2.3.2. Зажимы фиксационные	53
2.3.3. Пинцеты	64
2.3.4. Иглодержатели	69
2.3.5. Зажимы для операционного белья	71
2.4. Инструменты, расширяющие раны и естественные отверстия	73
2.4.1. Крючки	73
2.4.2. Зеркала	75
2.4.3. Ранорасширители	79
2.4.4. Лопатки, пластины, шпатели	84
2.4.5. Расширители естественных отверстий	85
2.4.6. Зонды	86
2.5. Инструменты для соединения тканей	88
2.5.1. Медицинские иглы	88

2.5.2. Инструменты для наложения скобок	97
2.5.3. Сшивающие аппараты.	98
2.6. Веноэкстракторы	100
2.7. Наборы хирургических инструментов.	100
2.7.1. Подготовка инструментального стола	100
2.7.2. Наборы инструментов для общей хирургии	105
2.7.3. Наборы инструментов для гинекологических операций.	119
2.7.4. Наборы инструментов для травматологии.	121
2.7.5. Наборы инструментов для урологических операций.	122
2.7.6. Наборы инструментов для нейрохирургических операций	129
Вопросы для самоконтроля	135
Глава 3. Инструменты для лапароскопической хирургии.	136
3.1. История лапароскопической хирургии.	136
3.2. Эндоскопическое оборудование	138
3.2.1. Лапароскоп	139
3.2.2. Эндоскопическая видеокамера	140
3.2.3. Источник света и световоды.	141
3.2.4. Видеомонитор.	142
3.2.5. Видеосистема	142
3.2.6. Система аспирации и ирригации (аквапуратор).	143
3.2.7. Инсуффлятор	143
3.2.8. Электрокоагулятор.	144
3.3. Инструменты для обеспечения лапароскопического доступа	145
3.3.1. Игла Вереша	145
3.3.2. Троякары	145
3.4. Рабочие инструменты.	148
3.4.1. Зажимы.	149
3.4.2. Ножницы	152
3.5. Электроинструменты	153
3.6. Инструменты для соединения тканей	155
3.6.1. Иглодержатели	155
3.6.2. Инструменты для наложения узлов	156
3.6.3. Аппликаторы.	157
3.6.4. Эндоскопические сшивающие аппараты.	157
3.7. Инструменты для оттеснения тканей (ретракторы)	160
3.8. Инструменты для аспирации/ирригации	161
3.9. Специальные инструменты и аппараты	162
3.9.1. Морцелляторы	162
3.9.2. Маточный манипулятор	162
3.10. Набор инструментов для лапароскопических операций	163
Вопросы для самоконтроля	169
Глава 4. Диагностическое эндоскопическое оборудование	170
4.1. Гастроскопы.	170
4.2. Колоноскопы.	173

4.3. Бронхоскопы	174
4.4. Ректороманоскопы	175
4.5. Цистоскопы	177
4.6. Гистероскопы	178
4.7. Артроскопы	179
4.8. Риноскопы	180
Вопросы для самоконтроля	181
Глава 5. Перспективы развития лапароскопической хирургии	182
5.1. Эндоскопические операции, выполняемые через естественные отверстия (технология NOTES)	183
5.1.1. Технические аспекты	183
5.1.2. Показания к NOTES-операциям	186
5.1.3. Противопоказания к NOTES-холецистэктомии	186
5.1.4. Преимущества и недостатки трансвагинальных операций	186
5.1.5. Факторы сдерживания широкого внедрения NOTES-операций	187
5.2. Эндоскопические операции, выполняемые через единственный разрез (технология единого лапароскопического доступа)	187
5.2.1. Технические аспекты	187
5.2.2. Показания к единому лапароскопическому доступу	190
5.2.3. Противопоказания к единому лапароскопическому доступу	191
5.2.4. Преимущества единого трансумбиликального доступа (единого лапароскопического доступа)	191
5.2.5. Недостатки единого лапароскопического доступа холецистэктомии	192
5.3. Роботизированные операционные системы	192
5.3.1. Хирургическая система «Да Винчи»	192
5.3.2. Преимущества и недостатки	194
Вопросы для самоконтроля	201
Рекомендуемая литература	202

Глава 5

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ

Уместно разрабатывать и испытывать такие операции, которые являются вершинами наших современных возможностей. Они должны служить первыми робкими экскурсиями в запредельные края, по путям трудным, опасным; через туманы, трещины и провалы; по дивным тропам к вершинам, где ярко светит солнце. По этим первым проторенным тропам постепенно попробуют пуститься в трудный путь и другие.

Юдин Сергей Сергеевич (1891–1954)

Современный этап развития эндовидеохирургии характеризуется разработкой и внедрением в клиническую практику целого направления минимально инвазивных оперативных вмешательств, находящихся на стыке лапароскопической хирургии и оперативной эндоскопии.

Основными задачами этих хирургических технологий является снижение травматичности операционного доступа, увеличение безопасности операции, уменьшение послеоперационного болевого синдрома, достижение превосходного косметического результата, ранняя реабилитация больных.

На сегодняшний день определились два основных направления развития этих операций, которые в каких-то моментах пересекаются между собой.

1. Чреспросветные эндоскопические операции через естественные отверстия организма (влагалище, рот, задний проход, мочеиспускательный канал) — NOTES (Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery).
2. Операции единого лапароскопического доступа (ЕЛД) — SILS (Single Incision Laparoscopic Surgery).

Активно развивая инструментарий для эндоскопических и лапароскопических операций, каждый производитель для своего оборудования вводил оригинальное коммерческое название, что привело к появлению большого количества наименований одних и тех же операций. Пример:

- ▶ E-NOTES — Embryonic Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery;
- ▶ NOTUS — Natural Orifice Trans Umbilical Surgery;
- ▶ TUES — Trans Umbilical Endoscopic Surgery;
- ▶ TULA — Trans Umbilical Laparoscopic Assisted;
- ▶ SILS — Single Incision Laparoscopic Surgery;
- ▶ LESS — Laparo-Endoscopic Single-Site Surgery.

В связи с этим на XIII съезде РОЭХ принято решение все операции, выполняемые из единого доступа, в русскоязычной литературе обозначать как

ЕЛД — единый лапароскопический доступ (Резолюция XIII съезда Общероссийской общественной организации «Общество эндоскопических хирургов России», г. Москва, 19 февраля 2010 г.).

5.1. ЭНДСКОПИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ЧЕРЕЗ ЕСТЕСТВЕННЫЕ ОТВЕРСТИЯ (ТЕХНОЛОГИЯ NOTES)

5.1.1. Технические аспекты

В силу ряда обстоятельств наиболее перспективными являются трансвагинальные хирургические вмешательства.

Проведение «чистых» трансвагинальных операций с осуществлением всех этапов хирургического вмешательства через гибкий эндоскоп требует специальной материально-технической базы и сложно в выполнении. При этом в большинстве случаев в начале операции проводится осмотр брюшной полости 2–3 мм лапароскопом, введенным через пупок, который, по данным некоторых авторов, является зарощенным естественным отверстием.

Наиболее приемлемой и общепризнанной разновидностью трансвагинальных хирургических вмешательств являются лапароскопически ассистированные операции, основное отличие которых состоит в том, что через пупок вводятся 5 мм инструменты и основные этапы операции выполняются с их помощью. Трансвагинальный доступ при этом служит для введения оптических систем, дополнительного инструментария и извлечения наружу удаленных органов.

Среди операций по технологии NOTES традиционно преобладают трансвагинальные лапароскопически ассистированные холецистэктомии.

Выполнение гибридных трансвагинальных лапароскопически ассистированных холецистэктомий (NOTES) основывается на нескольких давно известных в хирургической и гинекологической практике методиках.

1. Использование оптической системы для осмотра брюшной полости, введенной через влагалище.

- ▶ Первую, по существу, NOTES-операцию выполнил в 1901 г. русский акушер-гинеколог Дмитрий Оскарович Отт (рис. 5.1). Он впервые использовал доступ через задний свод влагалища для осмотра органов брюшной полости и выполнил две чрезвлагалищные аппендэктомии.
- ▶ Свыше 70 лет в гинекологической практике применяется кульдоскопия (осмотр органов малого таза через влагалище), предложенная в 1937 г. E. Klafien и внедренная в лечебную практику 1944 г. A. Decker, T. Cherry.
- ▶ На протяжении почти вековой истории доказана безопасность задней кольпотомии и кульдоскопии. До недавнего времени (широкого внедрения лапароскопии) кульдоскопия была стандартным методом исследования в гинекологической практике.



Рис. 5.1. Дмитрий Оскарович Отт

2. Использование гибких эндоскопов для визуального контроля (осмотра брюшной полости).

- ▶ Гибкая эндоскопия для исследования полых органов в медицинской практике используется с 60-х гг. Ранее неоднократно предпринимались попытки применения гибких эндоскопов в лапароскопической хирургии. В силу ряда технических особенностей самих эндоскопов их использование в лапароскопии предъявляет особые требования к хирургической бригаде.
- ▶ Внедрение же в практику трансвагинальных вмешательств жестких эндоскопов, особенно с изменяющейся геометрией оптической системы типа ENDOCAMELEON фирмы KARL STORZ, обеспечивает осмотр брюшной полости и проведение операции, как при стандартной, широко известной лапароскопии (рис. 5.2).



Рис. 5.2. ENDOCAMELEON фирмы KARL STORZ позволяет изменять угол зрения лапароскопа от 0° до 120°

3. Использование стандартных лапароскопических инструментов.

- ▶ Гибридные трансвагинальные операции выполняются стандартным лапароскопическим инструментом и отличаются от стандартной лапароскопии только точками введения инструментов (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Рабочая часть аппарата для транслюминальной хирургии. В составе рабочей части видеокамера, инструмент для аспирации/ирригации, осветители, два сменных рабочих инструмента

- ▶ Существует несколько методик по введению дополнительного инструмента:
 - через влагалище;
 - через 2 мм прокол в правом подреберье.

- ▶ В ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах разница в этих методах введения дополнительного инструмента на самочувствии больного (болевых, эстетических ощущениях) никак не сказывается.

5.1.2. Показания к NOTES-операциям

Показаниями к выполнению трансвагинальных гибридных NOTES-операций в настоящий момент считается:

- ▶ неосложненный хронический калькулезный холецистит;
- ▶ кисты яичников.

Безусловно, спектр показаний и заболеваний для выполнения трансвагинальных вмешательств в дальнейшем будет увеличиваться.

Основным условием для выполнения трансвагинальных операций считается отсутствие выраженного спаечного процесса в малом тазу.

5.1.3. Противопоказания к NOTES-холецистэктомии

Противопоказаниями к трансвагинальной холецистэктомии на настоящий момент считаются:

- ▶ холедохолитиаз;
- ▶ рубцово-измененный, так называемый сморщенный желчный пузырь;
- ▶ другие осложненные формы хронического калькулезного холецистита;
- ▶ спаечный процесс в малом тазу, не позволяющий установить трансвагинальный троакар.

5.1.4. Преимущества и недостатки трансвагинальных операций

К преимуществам трансвагинальных операций относятся:

- ▶ доказанная безопасность задней кольпотомии и кульдоскопии;
- ▶ широкий угол расположения инструментов и видеосистемы при гибридной методике (с дополнительным проколом в правом подреберье);
- ▶ при выполнении NOTES-холецистэктомии с использованием лапароскопа «ЭндоХамелеон» операция по своей сложности сопоставима со стандартной лапароскопической холецистэктомией;
- ▶ возможность безопасного расширения размеров чрезвлагалищного доступа, в том числе и для извлечения желчного пузыря, содержащего большие или множественные камни, без вскрытия его просвета;
- ▶ «надежное» ушивание кольпотомического отверстия, предотвращающего инфицирование брюшной полости;
- ▶ значимое снижение послеоперационного болевого синдрома в сравнении с лапароскопическими операциями;
- ▶ отсутствие видимых послеоперационных рубцов.

Недостатки трансвагинального доступа:

- ▶ возможность использования данного доступа только у женщин.

5.1.5. Факторы сдерживания широкого внедрения NOTES-операций

Бурному развитию и внедрению в широкую клиническую практику трансламинальных вмешательств мешают следующие факторы сдерживания:

- 1) отсутствие надежного и удобного способа ушивания (закрытия) висцеральных отверстий;
- 2) отсутствие гарантированного способа стерилизации внутреннего просвета органов, сквозь которые осуществляется доступ, либо вариантов стерильной доставки инструментария сквозь их стенку;
- 3) отсутствие промышленных образцов 2- и 3-канальных эндоскопов с изменяемой управляемой жесткостью;
- 4) отсутствие гибких инструментов с изменяемой управляемой жесткостью с вращением и артикуляцией дистального конца.

5.2. ЭНДСКОПИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ЧЕРЕЗ ЕДИНСТВЕННЫЙ РАЗРЕЗ (ТЕХНОЛОГИЯ ЕДИНОГО ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОГО ДОСТУПА)

5.2.1. Технические аспекты

Альтернативой NOTES является разновидность лапароскопических операций, позволяющая реализовать все этапы хирургического вмешательства введением инструментов и оптической системы (лапароскопа, фиброэндоскопа) через один небольшой разрез в области пупка протяженностью около 3 см. Данная методика получила несколько названий: одноинцизионная, однопортовая, трансумбиликальная или единый лапароскопический доступ (рис. 5.4–5.9).

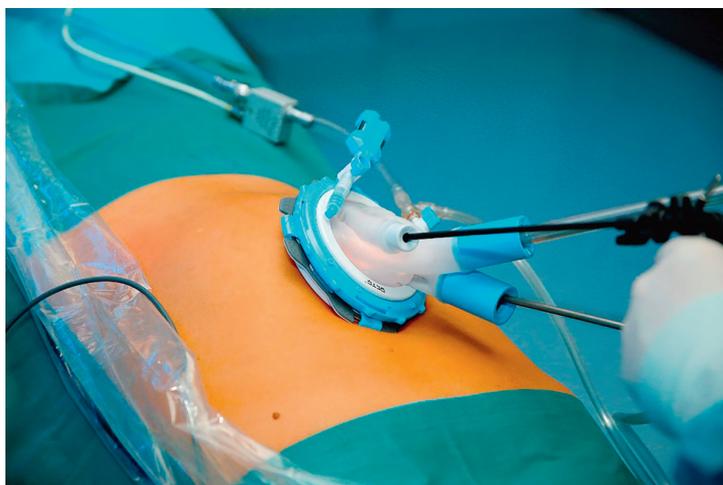


Рис. 5.4. Расположение инструментов при проведении операций из единого доступа



Рис. 5.5. Устройство SILS™ Port, специально предназначенное для одновременного доступа в брюшную полость несколькими инструментами через один порт. Производители: AutoSuture, Covidien



Рис. 5.6. Устройство IntroductionS-PORTAL® имеет более широкий внутренний диаметр для извлечения толстой кишки. Внутренний диаметр 35 мм. Производитель KARL STORZ



Рис. 5.7. Специальные изогнутые инструменты для работы через один порт с торцевыми рукоятками ENDOCONE®. Производитель KARL STORZ



Рис. 5.8. Устройство для операций из единого доступа X-CONE. Внутренний диаметр 25 мм. Производитель KARL STORZ



Рис. 5.9. Клапанная система TriPort включает в себя три входных клапанных отверстия — одно для 12 мм инструмента и два для 5 мм инструментов (Advanced Surgical Concepts, Wicklow, Ireland)

При едином лапароскопическом доступе допускается как отдельное параллельное введение нескольких троакаров через этот разрез, так и использование специализированных устройств для создания единого мультидоступа.

Несмотря на то что первые работы о выполнении однопортовых лапароскопических вмешательств были опубликованы более 10 лет назад, массовое внедрение технологий единого лапароскопического доступа началось с 2008 г., когда компании-производители начали выпуск специализированных устройств для этих операций.

Клапанная система QuadPort (Advanced Surgical Concepts) (рис. 5.10) имеет четыре входных клапанных отверстия: два для 12 мм инструментов и два для 5 мм инструментов. Инсуфляция углекислоты в обеих системах выполняется через отдельный канал. Благодаря тому, что клапанная система изготовлена из эластичного материала, из брюшной полости можно беспрепятственно извлекать препараты небольших размеров.



Рис. 5.10. Клапанная система QuadPort (Advanced Surgical Concepts)

5.2.2. Показания к единому лапароскопическому доступу

Показаниями к выполнению одноинцизионных операций считаются:

- 1) желчнокаменная болезнь. Хронический калькулезный холецистит, особенно при наличии:
 - пупочной грыжи;
 - расширения пупочного кольца;

- послеоперационной вентральной грыжи;
 - больших камней желчного пузыря;
 - множественных камней желчного пузыря;
- 2) желчнокаменная болезнь. Острый калькулезный холецистит без признаков деструкции стенки и перивезикальных осложнений в виде инфильтратов, абсцессов, перитонита и т.п. (то есть тех состояний, когда может понадобиться санация и дренирование брюшной полости или когда выделение желчного пузыря будет заведомо сложным);
- 3) острый аппендицит без признаков перитонита и (или) атипичного его расположения.

Так же как и при трансвагинальных операциях, показания к выполнению одноинцизионных вмешательств будут увеличиваться, о чем имеются сообщения в литературе.

Спаечный процесс в брюшной полости, вследствие ранее перенесенных операций, не является абсолютным противопоказанием к выполнению единого лапароскопического доступа хирургических вмешательств.

5.2.3. Противопоказания к единому лапароскопическому доступу

Противопоказаниями к единому лапароскопическому доступу холецистэктомии считаются:

- ▶ холедохолитиаз;
- ▶ рубцово-измененный, так называемый сморщенный желчный пузырь;
- ▶ другие осложненные формы хронического калькулезного холецистита.

К противопоказаниям для единого лапароскопического доступа аппендэктомии относятся деструктивный аппендицит с признаками местного или разлитого перитонита, рыхлый аппендикулярный инфильтрат, забрюшинное расположение червеобразного отростка.

5.2.4. Преимущества единого трансумбиликального доступа (единого лапароскопического доступа)

- ▶ Отсутствие дополнительных кожных разрезов.
- ▶ Возможность использования стандартных лапароскопических инструментов.
- ▶ Одновременное устранение пупочной грыжи (симультанная операция).
- ▶ «Надежное» ушивание апоневроза передней брюшной стенки, предупреждающее развитие послеоперационной грыжи.
- ▶ Извлечение желчного пузыря «целиком» из брюшной полости, без расширения и травматизации послеоперационной раны и необходимости разрушения крупных конкрементов.
- ▶ Значимое снижение послеоперационного болевого синдрома.
- ▶ «Косметичность» послеоперационного рубца.

5.2.5. Недостатки единого лапароскопического доступа холецистэктомии

Для выполнения операций по методике единого лапароскопического доступа требуются высококвалифицированные хирурги, имеющие большой опыт выполнения стандартных лапароскопических операций.

5.3. РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Отдельным направлением в развитии хирургии в целом и лапароскопической хирургии в частности является создание и развитие роботизированных систем.

5.3.1. Хирургическая система «Да Винчи»

В 1985 г. робот PUMA 560 был использован для размещения иглы для биопсии головного мозга с помощью компьютерной томографии. В 1988 г. ProBot, разработанный в Имперском колледже Лондона, был использован для выполнения простатэктомии. Дальнейшее развитие робототехнических систем было проведено Intuitive Surgical с созданием *da Vinci*[®] Surgical System (хирургическая система «Да Винчи») (рис. 5.11, 5.12).

Хирургическая роботизированная система «Да Винчи» состоит из трех компонентов: консоли хирурга, роботизированной консоли пациента с четырьмя манипуляторами (один для управления камерой и три для манипуляции инструментами) и 3D-видеосистемы высокой четкости. Шарнирные хирургические инструменты устанавливаются на роботизированные руки, которые вводятся в организм через троакары. Несмотря на то что этот робот был первоначально предназначен для облегчения удаленного выполнения операций на поле боя или в космосе, он оказался более полезен для минимально инвазивной хирургии в стационаре.

Первая операция выполнена на сердце в 1998 г. доктором Фридрих-Вильгельмом Мором в Лейпциге, Германия.

В мае 2006 г. выполнена первая полностью роботизированная (без участия хирурга) операция у 34-летнего мужчины для излечения от аритмии. Результаты проведенной операции были оценены как более хорошие, чем при выполнении среднестатистическим кардиохирургом. В работе была база данных из 10 000 подобных операций, и поэтому, по словам его дизайнеров, операции были «более квалифицированы, чтобы работать с любым пациентом». Дизайнеры считают, что роботы смогут заменить половину всех хирургов в течение ближайших 15 лет.

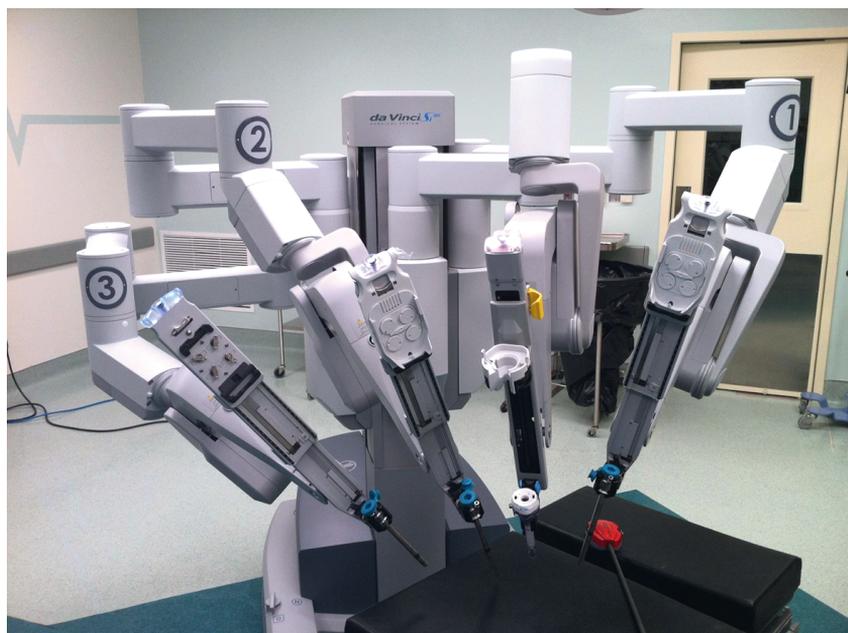


Рис. 5.11. Хирургическая система *da Vinci*[®]: консоль хирурга, консоль пациента с манипуляторами и блок управления



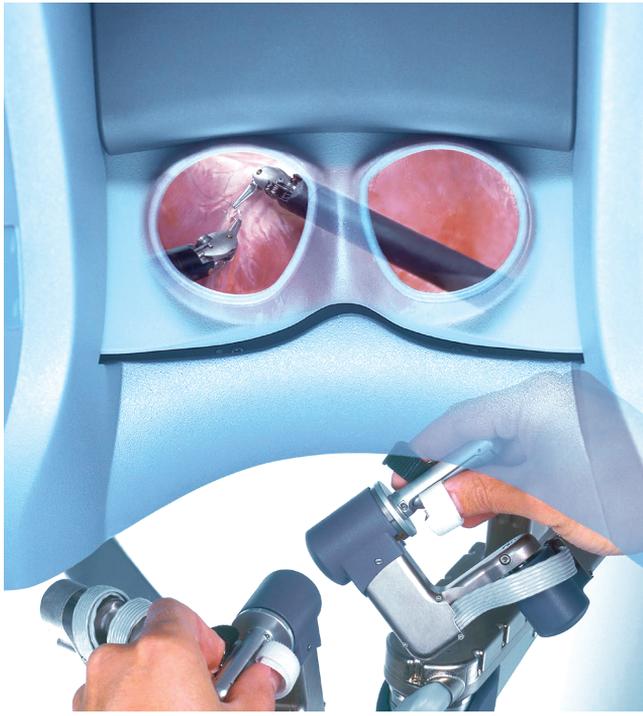
Рис. 5.12. Хирургическая система *da Vinci*®: манипулятор

5.3.2. Преимущества и недостатки

Основные успехи хирургических роботов связаны с возможностью проведения удаленных операций, малоинвазивностью и возможностью выполнения операций без участия хирурга. Основными преимуществами роботизированной хирургии являются точность, миниатюризация, уменьшение разрезов, сокращение потери крови, снижение послеоперационной боли и быстрое время заживления. Дополнительными преимуществами являются артикуляция за рамками обычных манипуляций и трехмерное увеличенное изображение, что приводит к улучшению эргономики (рис. 5.13). Роботизированные методы также связаны с сокращением продолжительности пребывания в стационаре и уменьшением использования обезболивающих препаратов.

Стоимость самого робота — около 1,8 млн долларов, и дополнительные затраты составляют 1500 долларов за операцию, что значительно повышает стоимость операции. Необходимо также дополнительное обучение специалистов для работы с роботизированной системой. Произведено множество технико-экономических и клинично-экономических исследований для решения вопроса о целесообразности использования данных систем в клинике. Единого мнения об экономической целесообразности использования роботизированных систем так и не найдено. Хирурги, работающие с роботизированной системой, сообщают, что, хотя производители таких систем обеспечивают обучение по этой новой технологии, необходимо выполнить от 12 до 18 операций, чтобы адаптироваться. Кроме того, во время обучения малоинвазивные операции могут занимать вдвое дольше времени, чем традиционная хирургия.

По сравнению с другими малоинвазивными методами, роботизированная хирургия дает хирургу возможность лучше контролировать хирургические инструменты, самостоятельно управлять видеокамерой и всеми инструментами. Кроме того, хирургу больше не придется стоять во время всей операции. Непроизвольные движения рукой отфильтровываются с помощью компьютерной программы робота.



А



Б

Рис. 5.13. Хирургическая система *da Vinci*®: А — консоль хирурга; Б — степени свободы рабочего инструмента

Ряд американских научных учреждений под руководством Вашингтонского университета представили свой совместный исследовательский проект — первый медицинский робот-хирург Raven II с операционной системой и системным программным обеспечением на базе открытых исходных кодов (рис. 5.14, 5.15). Уже произведено семь экземпляров Raven II и установлен его первый рабочий экземпляр в Гарварде, пригодный для повседневных медицинских опе-

раций и тестирования. Это сильно усовершенствованная модель устаревшего Raven, которая обладает двумя руками-манипуляторами. Кроме того, уже начата работа над следующей его версией с четырьмя руками и несколькими камерами — Raven IV. Все разработки финансируются на базе грантов от National Science Foundation.

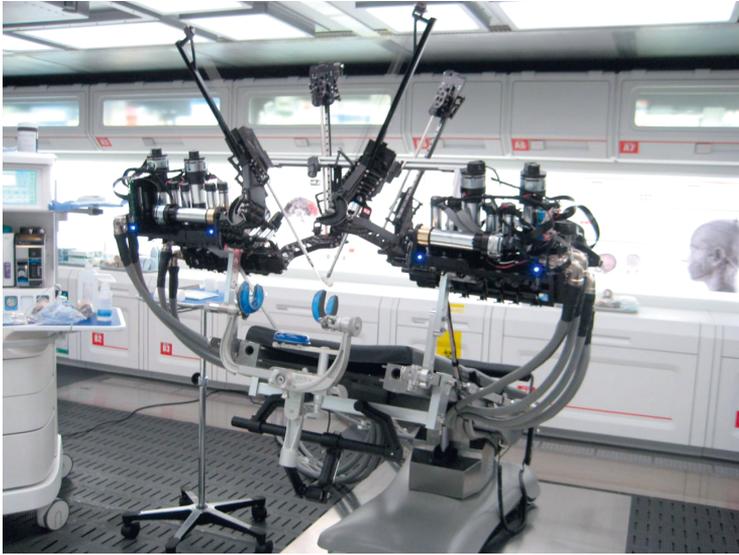


Рис. 5.14. Хирургический робот Raven II

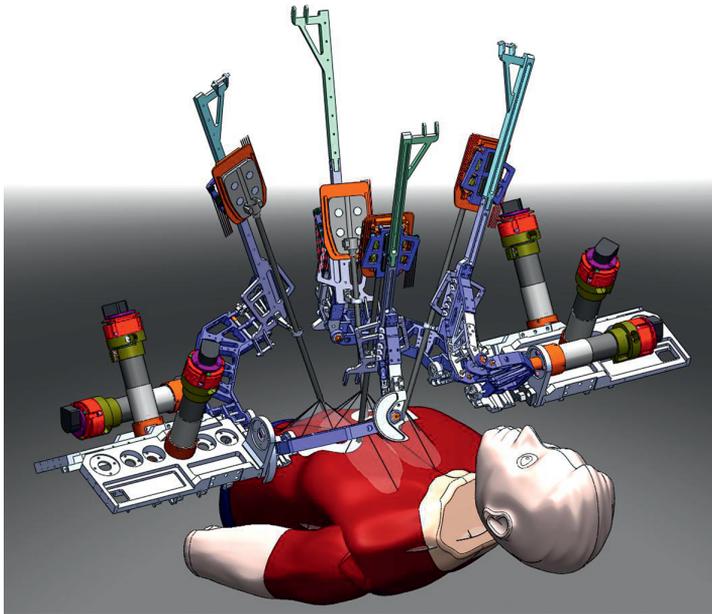


Рис. 5.15. Схема работы Raven II

Первый хирургический промышленный робот в хирургии был выпущен в 2003 г. японцами, и он был также разработан на базе Linux.

Всего было произведено более 2000 таких устройств, они применяются в среднем в 200 000 наиболее сложных операциях по всему миру ежегодно. Но, несмотря на всю свою полезность, «Да Винчи» очень далек от совершенства, так как он весит почти полтонны и стоит 1,8 млн долларов, что делает его доступным лишь для очень дорогих лечебных заведений. Что немаловажно, он использует проприетарный код и закрытую операционную систему, поэтому, даже если в процессе его повседневной эксплуатации у исследователей и рождаются какие-то интересные идеи по его улучшению, их невозможно реализовать самостоятельно и оперативно.

Именно поэтому университетским сообществом разработан аналог, который был бы лишен всех упомянутых недостатков. Этот хирургический робот базируется на аналогичной военной разработке для экстренной хирургии в боевых условиях. Его гражданский вариант, названный Raven, относительно легок и дешев по сравнению с «Да Винчи», так как он стоит всего около 250 000 долларов. И что наиболее важно для ученых, это первый хирургический робот, который не просто базируется на Linux — весь его исходный код полностью открыт и доступен для любых модификаций и экспериментов.

Так, в Гарварде Роб Хоу (Rob Howe) и его команда уже стали использовать Raven II в качестве ассистента при сложнейших операциях на открытом сердце, когда робот подстраивается и компенсирует непосредственно в ходе операции естественные движения (биение) сердца. Интересно, что именно крупные учебные заведения — идеальное место для возникновения и развития подобных инновационных комплексных проектов. Здесь есть не только свои ученые-медики, которые заняты поиском передовых решений, но и IT-специалисты, которые совместно с медиками способны решить все сугубо технические вопросы, порождая замкнутую экосистему для комплексной разработки полностью своими силами.

Доктор Ханнафорд (Dr Hannaford), один из главных разработчиков Raven, уверен, что это наиболее выигрышный путь — дать возможность всему сообществу из профессионалов и любителей свободно исследовать открытый код робота, находить и исправлять в нем ошибки или развивать его возможности еще больше.

Еще одним интересным роботом является Mazor Robotics — мини-инвазивные роботизированные системы хирургии позвоночника. Спинальный ассистент — первая роботизированная система хирургии позвоночника. Израильский хирургический робот — помощник нейрохирурга SpineAssist — первая в мире роботизированная система, разработанная специально для нужд ортопедической хирургии. Спинальный робот-хирург SpineAssist был создан в Хайфском технологическом институте (Технионе) и с 2004 г. производится компанией Mazor Surgical Technologies. Роботизированная система SpineAssist применяется для установки спинальных имплантатов и проводников.

Операция с роботом «Ренессанс» от Mazor Robotics состоит из четырех основных этапов: предоперационное планирование, присоединение робота,

3D-синхронизация плана операции пациента и сама управляемая роботизированная операция.

SpineAssist была разработана с целью повышения точности во время операции при одновременном снижении воздействия радиации и сокращении времени операции (рис. 5.16, 5.17).

Устройство используется для операций, где требуется установка конструкций, установка имплантата, которые крепятся к позвоночнику (например, при спондилодезе, исправлении сколиоза).

Независимые клинические исследования показали, что минимально инвазивная хирургия позвоночника с технологией Mazor Robotics:

- ▶ увеличивает точность операции;
- ▶ снижает облучение пациента;
- ▶ снижает частоту осложнений после операции;
- ▶ уменьшает боли при реабилитации;
- ▶ обеспечивает быстрое восстановление и возвращение к повседневной деятельности пациента.

Цель создания данного устройства заключается в сокращении количества компьютерных томографий, которые необходимы при операции. Во время обычной операции с установкой имплантатов компьютерная томография используется для руководства и подтверждения местоположения каждого имплантата. Со SpineAssist объем облучения сокращается на 98%. Операция проводится на основе предварительного компьютерного моделирования по технологии 3D-моделирования, уникальной для роботизированной операции.



Рис. 5.16. Пульт управления и планирования операции системы SpineAssist

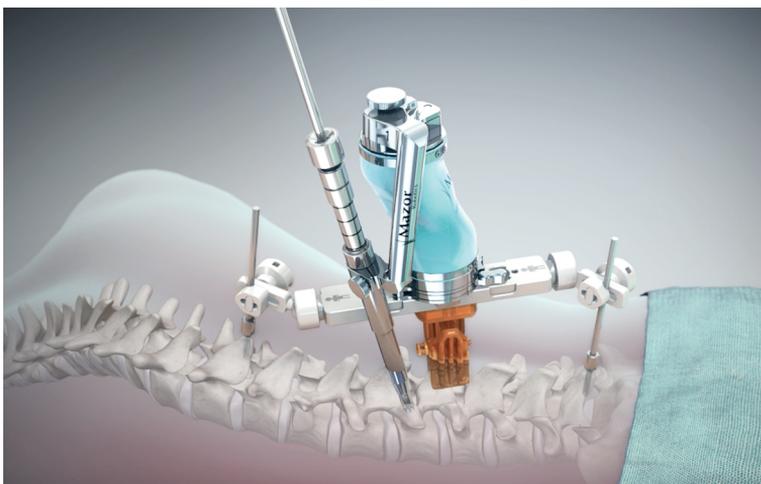


Рис. 5.17. Роботизированная система SpineAssist, установленная на позвоночник

Помимо этого, автоматизированное устройство позволяет хирургу оперировать с более точным размещением имплантата, чем при обычной открытой операции. Правильное положение имплантатов оказывает существенное влияние на успешный исход операции. Устройство контролирует размещение имплантата хирургом.

Канадская компания MD Robotics совместно с исследователями из Университета Калгари (University of Calgary) проводят испытания робота-нейрохирурга neuroArm, способного проводить операции на головном мозге (рис. 5.18).



Рис. 5.18. Робот neuroArm во время операции на головном мозге

12 мая 2008 г. проведена первая операция с использованием робота *neuroArm* по удалению менингиомы у 21-летнего пациента.

«С появлением медицинских манипуляторов нейрохирургия войдет в новую эру. Роботы не заменят хирургов, а будут работать вместе с ними, что значительно повысит точность и эффективность проведения операций», — сообщил один из работающих над проектом ученых Деон Лоув (*Deon Louw*).

Хирургия на головном мозге — очень тонкая процедура, во многом зависящая от таких факторов, как усталость медика и человеческая ошибка, но роботы могут помочь решить эти проблемы. Например, у *neuroArm* не трясутся «руки», что означает большую точность действий. Кроме того, системы безопасности робота готовы препятствовать передаче случайных движений хирурга манипулятору.

NeuroArm состоит из двух автоматизированных «рук», созданных по образу и подобию человеческих. Они работают независимо друг от друга и могут быть оснащены специальными хирургическими инструментами.

Система функционирует под контролем хирурга и переводит движения его рук в движения манипуляторов. Врач получает «осязательную обратную связь», чтобы чувствовать, например, силу нажима.

Дальнейшим развитием роботизированных систем в хирургии стала разработка систем, способных оказывать медицинскую помощь без участия человека.

Научно-исследовательское агентство Пентагона *DARPA* (*Defense Advanced Research Projects Agency*) выбрало американскую организацию *SRI International* в качестве лидера команды, которая должна разработать робота-хирурга для поля боя — *Trauma Pod*, в вольном переводе «Капсула травмы» (рис. 5.19).

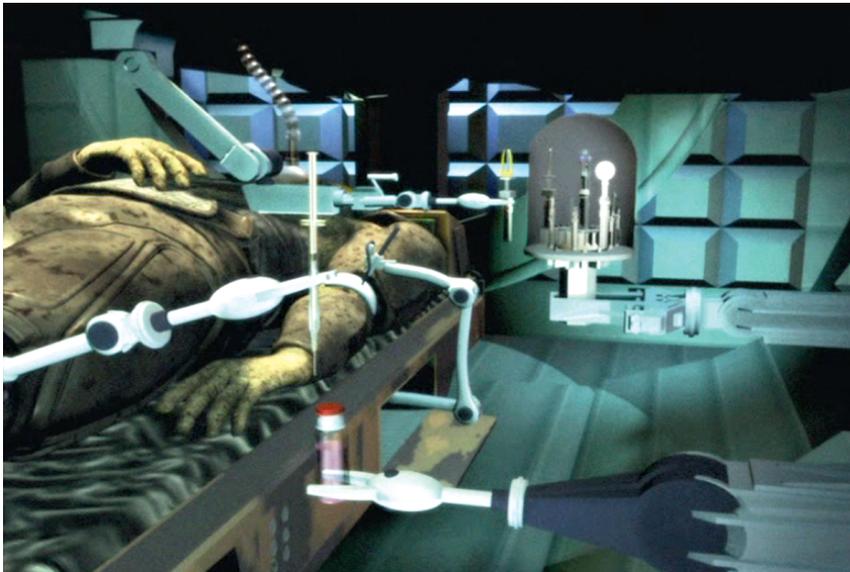


Рис. 5.19. Работа *Trauma Pod* — взятие анализов и проведение инфузий

Кроме SRI International в группу разработчиков робота вошли еще шесть участников — фирм, лабораторий и университетов США.

Trauma Pod не первый проект робота-хирурга, но он должен стать уникальным. Комплекс должен работать под огнем противника и вдали от «цивилизации». Trauma Pod необходимо сделать компактным и легким. А его линия связи должна быть надежно защищена от помех и перехвата управления.

Планируется создать программы, способные оказывать первую медицинскую помощь раненым на поле боя без участия врача. Робот должен будет проводить диагностические мероприятия — оценивать полученное повреждение и тяжесть состояния пациента. На основании проведенного диагностического исследования робот самостоятельно сможет проводить внутривенные и внутримышечные инфузии лекарственных препаратов.

После усовершенствования Trauma Pod не потребует участия человека на месте проведения операции и его размеры позволят транспортировать его наземным или воздушным транспортным средством.

Целью Trauma Pod является оказание первой медицинской помощи раненым на поле боя до появления возможности эвакуации в лечебное учреждение. Основные задачи: обеспечить проходимость дыхательных путей, стабилизацию состояния, устранение жизнеугрожающих последствий травм, таких как коллапс легкого и продолжающееся кровотечение.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каковы перспективные направления развития лапароскопической хирургии?
2. Кто впервые в мире выполнил чрезвлагалищную аппендэктомию?
3. Что такое NOTES-операции и ЕЛД-операции?
4. Какие показания к операции по NOTES-технологии?
5. В чем преимущество трансвагинальных операций?
6. Какие показания к операциям по ЕЛД-технологии?
7. Какое преимущество единого трансумбиликального доступа (ЕТД)?
8. Какие противопоказания к операциям по ЕЛД-технологии?
9. В чем преимущества и недостатки хирургических роботизированных систем?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Начинающим хирургам надо более подробно все объяснять и показывать, начиная с азов, с простейших манипуляций.

Надо объяснять необходимость технического оснащения каждой операции, последовательность действий, раскрывать свои секреты и наработки.

А еще лучше — взять его с собой в операционную!

Э.М. Луцевич

1. Большаков О.П., Семенов Г.М. Оперативная хирургия и топографическая анатомия. Учебник для вузов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2015. 960 с.
2. Золтан Я. Cicatrix Optima. Операционная техника и условия оптимального заживления ран. Budapest: Академия наук Венгрии, 1983. 169 с.
3. Каган И.И., Кирпатовский И.Д. Топографическая анатомия и оперативная хирургия: в 2 т. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. Т. 1. 512 с.
4. Клиническая хирургия: национальное руководство: в 3 т. / под ред. В.С. Савельева, А.И. Кириенко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. Т. III. 1008 с. (Серия «Национальные руководства»).
5. Кованов В.В. Оперативная хирургия и топографическая анатомия. М.: Медицина, 2001. 408 с.
6. Лисицин Ю.П. История медицины: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 400 с.
7. Литтманн И. Оперативная хирургия. Budapest: Академия наук Венгрии, 1975. 1155 с.
8. Семенов Г.М. Современные хирургические инструменты. 2-е изд. СПб.: Питер, 2013. 352 с.
9. Топографическая анатомия и оперативная хирургия. Учебник: в 2 т. / под. ред. Ю.М. Лопухина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. Т. 1. 832 с.
10. Федоров И.В., Дуглас А., Новиков К.В., Турчанинов К.В. Хирургические инструменты. Функции и назначение. М.: Аделаида, 2001. 180 с.
11. Sepolina F. Surgical Robotics. Lambert Academic Publishing, 2012.