

ПЕЧЕНЬ

## Эффективность водоструйного диссектора при резекции печени

О. Г. Скипенко,  
Н. Н. Багмет,  
Г. Ф. Шереметьева,  
З. С. Завенян,  
Г. А. Шатверян,  
И. Л. Жидков

Российский научный центр  
хирургии (дир. – акад. РАМН  
Б.А. Константинов) РАМН

При многих заболеваниях печени и желчных путей резекция печени остается операцией выбора. Несмотря на накопленный в различных медицинских учреждениях опыт выполнения подобных операций и стандартизацию техники резекции, показатели летальности, а также частоты интра- и послеоперационных осложнений остаются довольно высокими. Использование современного оборудования при резекции печени способствует улучшению результатов лечения.

Представлен сравнительный анализ результатов водоструйной диссекции и методики раздавливания паренхимы при резекции печени в эксперименте на мини-свиньях и в клинической практике. Показана эффективность и безопасность водоструйного диссектора при этой операции. Кратко освещены основные методы диссекции печени, применяемые в современной хирургической практике.

## Effectiveness of the Water-jet Dissector in the Liver Resection

O. G. Skipenko,  
N. N. Bagmet,  
G. F. Sheremet'yeva,  
Z. S. Zavenjan,  
G. A. Shatverjan,  
I. L. Zhidkov

Russian Scientific Centre  
of Surgery (Director – Acad.  
RAMSci B.A. Konstantinov)

The liver resection in many cases of liver and hepatic duct diseases remains as a method of choice. Despite cumulative experience in different medical centers intra- and postoperative morbidity and mortality rates still seem to be too high. Application of modern technologies promotes to improve results.

In the article clinical and experimental experience of liver water-jet dissection and standard parenchyma dissection is compared and analyzed. Effectiveness and safety of the water-jet dissection in the liver resection is stated. A brief review of different modern methods of the liver dissection is presented.

Резекция печени остается операцией выбора при многих заболеваниях печени и желчных путей. Несмотря на накопленный в различных медицинских учреждениях опыт выполнения подобных операций и стандартизацию техники резекции, периоперационная летальность остается достаточно высокой, достигая 4–20% [16, 27,56], что зачастую обусловлено значительной интраоперационной кровопотерей и развитием послеоперационных осложнений. Вторичные кровотечения из культи печени встречаются с частотой от 2 до 18% [8, 40], билиарные осложнения после резекции наблюдаются у 3.5–9.8% больных [31, 35]. Особенности строения печени (плохая сократительная способность паренхимы) и прежде всего особенности ее сосудистой анатомии (развитый “скелет” из крупных сосудов, отсутствие клапанов в венах органа, зияние просвета сосудов при пересечении) предъявляют к методикам диссекции и к оборудованию, применяемому для этой цели, особые требования. Анатомическое рассечение (диссекция) паренхимы печени, вызывающее минимальную травматизацию ткани, является одним из важных факторов, предупреждающих интра- и послеоперационные осложнения [6, 39].

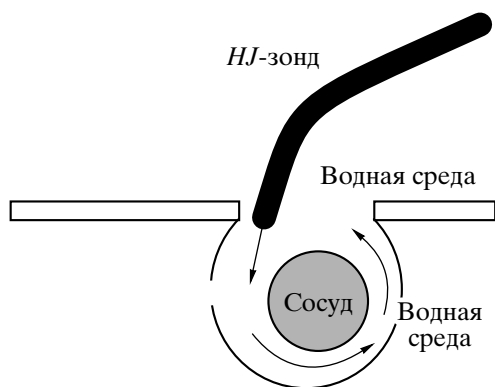
Современные технологии диссекции предполагают применение методик, основанных на различных физических принципах, начиная от чисто механического разделения тканей и заканчивая воздействием ультразвука и лазерного луча.

Новым направлением в этой области стало использование силы водной струи. Первоначально тонкая водная струя, выбрасываемая под большим давлением, нашла применение в промышленности для резки различных материалов [30]. При подборе соответствующего давления и диаметра сопла такой прибор можно применять для селективного рассечения структур, имеющих различную плотность (например, разделять более мягкую паренхиму печени, сохраняя более плотные сосуды и желчные протоки). В России этот аппарат получил название “водоструйный диссектор” или “водный скальпель”. Впервые о его применении при резекции печени сообщили в 1982 г. D. Parachristou и R. Barters [45]. В клиниках Европы, США, Канады и Японии прибор стали использовать только в последние годы, причем наибольший опыт его применения при операциях на печени накоплен немецкими хирургами [10, 12, 53].

**Целью исследования** явилась оценка эффективности водоструйного диссектора при выпол-



**Рис. 1.** Общий вид водоструйного диссектора “Helix Hydro-Jet” (“Andreas Pein Medizintechnik” совместно с ERBE, Германия) (а) и аппликаторов (б).



**Рис. 2.** Действие водной струи на ткань печени

нении резекции печени в эксперименте и в клинической практике.

## Материал и методы

В данной работе при резекции печени был использован водоструйный диссектор “Helix Hydro-Jet” (“Andreas Pein Medizintechnik” совместно с ERBE, Германия) (рис. 1а). Режущая среда (стериль-

ный физиологический раствор, упакованный в одноразовый пластиковый баллон с поршнем внутри) подается под давлением (до 150 бар = 15 МПа) через сопло диаметром 120 мкм, смонтированное в рабочую рукоятку (аппликатор) (рис. 1б). Конструкция прибора позволяет плавно регулировать давление ножной педалью. Тончайшая ламинарная водная струя со спирально закрученной поверхностью при воздействии на ткань печени образует пространство расширения,ступающая в это пространство жидкая среда раздвигает ткань, “вымывая” гепатоциты, т.е. рассекает ее (рис. 2). При этом трубчатые структуры (сосуды, желчные протоки) остаются неповрежденными, что позволяет их прецизионно лигировать или клипировать и пересекать. В прибор встроена система отсоса, которая параллельно удаляет использованный рабочий раствор, кровь и тканевый детрит из операционного поля. Требуемые уровни максимального давления и параметры работы отсоса устанавливаются заранее. Прибор оборудован дисплеем с возможностью выбора языка меню (английский или русский), на котором отражаются все настройки. Расходные материалы (аппликаторы, баллоны с режущей средой и т.д.) являются одноразовыми. Созданы аппликаторы для выполнения лапароскопических операций. Подготовка прибора к работе занимает не более 5 мин. Основные технические характеристики водоструйного диссектора приведены в таблице 1.

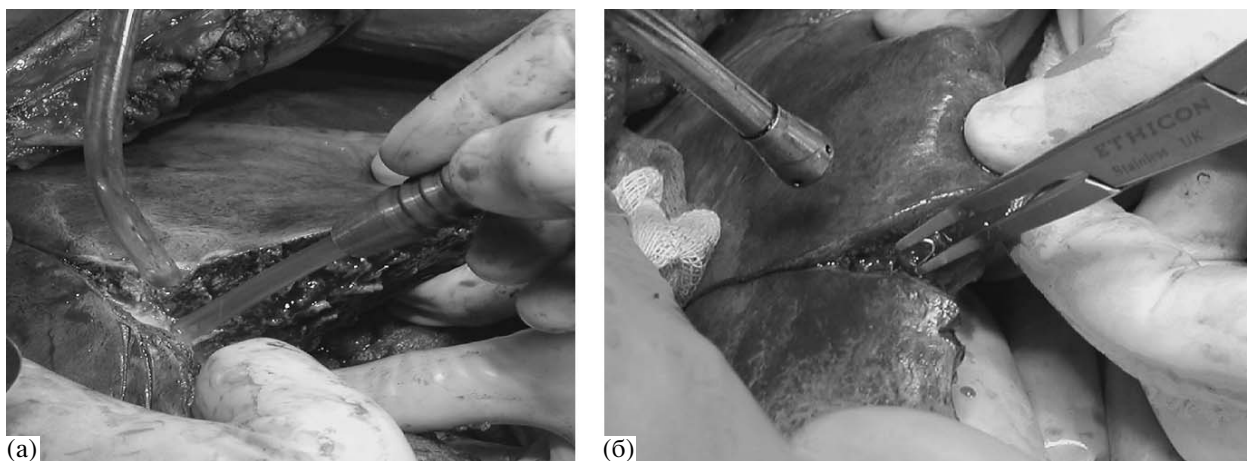
В ходе операции перед началом диссекции электроножом надсекают капсулу печени. Затем, совершая колебательные движения рабочей рукоятки (аппликатора) в плоскости, перпендикулярной поверхности печени, по предварительно намеченной электроножом линии резекции пошагово скелетируют трубчатые структуры печени, которые затем клипируют и пересекают (рис. 3). Сосуды диаметром менее 1 мм можно коагулировать.

Для реализации поставленной цели исследования был выполнен экспериментальный раздел работы, предшествовавший внедрению новой технологии в клиническую практику.

## Экспериментальное исследование (материал и методы)

В качестве экспериментальной модели были выбраны 3-месячные мини-свиньи массой 25–30 кг. Всем 11 животным (9 самок и 2 самца) под комбинированным эндотрахеальным наркозом выполнена резекция левой медиальной доли печени. В основной группе животных (8 свиней) диссекцию печени производили с использованием водоструйного диссектора, в контрольной (3 свииньи) – путем раздавливания паренхимы зажимом.

Для определения характера и глубины повреждения паренхимы печени при воздействии



**Рис. 3.** Диссекция паренхимы печени с использованием водоструйного диссектора (а) и клипирование внутривенных структур (б).

водной струи или при механическом раздавливании паренхимы печени проводили гистологическое исследование раневой поверхности резецированного сегмента печени. Оценку динамики формирования рубца осуществляли путем забора и изучения гистологического материала на 7-е и 14-е сутки после операции. С этой целью применяли различные методики окраски препарата: гематоксилином и эозином, по ван Гизону и ШИК-реакцию.

### Клиническое исследование (материал и методы)

В отделении хирургии печени, желчных путей и поджелудочной железы РНЦХ РАМН в период с июля 1990 г. по март 2003 г. выполнено 70 резекций печени по поводу доброкачественных (35) и злокачественных (35) заболеваний печени. Из них в исследование было включено 20 пациентов

(основная группа), которым резекцию производили с применением водоструйного диссектора. Ретроспективно была сформирована контрольная группа из 20 пациентов, у которых диссекция паренхимы печени осуществляли методом раздавливания инструментом.

В общей группе пациентов было выполнено 20 правосторонних гемигепатэктомий (из них 5 расширенных), 20 левосторонних гемигепатэктомий (из них 1 расширенная, 14 латеральных резекций) (табл. 2).

Средний возраст пациентов, включенных в исследование, составил  $47.5 \pm 14.9$  года (от 15 до 73 лет). Мужчин было 13, женщин – 27. Соотношение мужчины/женщины в основной группе составило 1:1, в контрольной группе преобладали женщины (мужчины/женщины = 1 : 5.7). По остальным показателям (средний возраст, распределение по возрастным группам, показания к операции) сравниваемые группы не различались.

Таблица 1. Основные технические характеристики водоструйного диссектора (“Helix Hydro-Jet”, “Andreas Rein Medizintechnik” совместно с ERBE, Германия)	
Параметры	Описание
Габаритные размеры, см	35(Ш) × 35(Г) × 122(В)
Масса, кг	75
Диапазон давлений, бар	1–150
Система отсоса	Встроенная, с бесступенчатым регулированием в диапазоне от 0 до –800 мбар
Электропитание	230В/50Гц, 16 А
Аппликаторы	Стерильные одноразовые
Диаметр сопла, мкм	120
Конфигурация и геометрия струи	Когерентная цилиндрическая струя со спирально закрученной поверхностью, длина когерентности от 5 до 30 см (в зависимости от уровня давления)
Режущая среда (рабочий раствор)	Стерильный физиологический раствор в стерильно упакованном баллоне объемом 500 мл.

Таблица 2. Объем выполненных оперативных вмешательств

Объем операции	Группа				Всего	
	основная		контрольная		абс.	%
	абс.	%	абс.	%		
Правосторонняя резекция ( $n = 20$ )						
расширенная правосторонняя гемигепатэктомия	2	10	3	15	5	12.5
правосторонняя гемигепатэктомия	8	40	7	35	15	37.5
Левосторонняя резекция ( $n = 20$ )						
расширенная левосторонняя гемигепатэктомия	1	5	–	–	1	2.5
левосторонняя гемигепатэктомия	2	10	3	15	5	12.5
левосторонняя кавальная резекция	7	35	7	35	14	35
Итого ( $n = 40$ )	20	100	20	100	40	100

Показаниями к выполнению операций в 5 (12.5%) наблюдениях послужили доброкачественные, в 26 (65%) – злокачественные очаговые заболевания печени, в 7 (17.5%) – паразитарные и в 2 (5%) – кистозные заболевания печени. Среди злокачественных заболеваний 77% составили вторичные поражения.

Ведущее место в предоперационной диагностике заболеваний печени занимали УЗИ (100% пациентов), компьютерная томография органов брюшной полости (90%) и магнитно-резонансная томография (12%). При подозрении на злокачественный характер поражения печени определяли уровень онко-маркеров (28/68%) –  $\alpha$ -фетопротейна и раково-эмбрионального антигена. Для уточнения распространенности поражения и его резектабельности выполняли интраоперационное УЗИ (57.5% пациентов).

При обработке результатов использован аналитический пакет программы Excel для Windows и программа Statistica for Windows 6.0.

## Результаты

### Экспериментальное исследование

Все 11 животных перенесли резекцию печени, операционной летальности не было. Основываясь на данных литературы и субъективных ощущениях хирурга, оптимальным давлением считали 50–60 бар, при котором оставались неповрежденными сосуды диаметром 0.8–1 мм. Размеры резецируемой доли печени и соответственно образующейся в результате операции раневой поверхности не различались в обеих группах. Сравнение продолжительности операции и времени, затрачиваемого на пересечение паренхимы печени, не выявило достоверных различий в обеих группах. Общая кровопотеря и кровопотеря на этапе резекции были меньше в основной группе ( $86 \pm 52$  и  $76 \pm 48$  мл) по сравнению с контрольной

( $153 \pm 95$  и  $135 \pm 85$  мл), однако эта разница не являлась достоверной ( $p < 0.05$ ). В основной группе для достижения окончательного гемостаза потребовалось меньше времени ( $5 \pm 2$  мин против  $12 \pm 2$  мин,  $p = 0.01$ ) и наложения меньшего числа лигатур (1–2), чем в контрольной (5–7;  $p = 0.004$ ) (табл. 3).

В послеоперационном периоде случаев внутрибрюшного кровотечения и признаков недостаточного герметизма желчных протоков не было отмечено в обеих группах. В ближайшем послеоперационном периоде (через 5 ч после завершения операции) погибло одно животное из основной группы. При вскрытии признаков внутрибрюшного кровотечения и желчеистечения из культи печени, а также повреждения кишечной стенки или странгуляции кишки не выявлено. Остальные 10 животных были выведены из эксперимента по плану на 7-е и 14-е сутки после операции.

Гистологическое исследование раневой поверхности культи печени показало, что зона повреждения паренхимы в контрольной группе была достаточно узкой (3 мм), имела ровный край и четкую ровную границу, отделяющую ее от неповрежденной паренхимы (рис. 4а). В основной группе эта зона повреждения паренхимы была шире (до 6 мм), с неровным краем и проникала в виде лакун в неповрежденную паренхиму печени без четкой границы и была насыщена жидкостью в виде вакуолей (рис. 4б). На 7-е сутки после операции в контрольной группе в области формирующегося рубца имелись выраженные участки некроза и обильная лимфоидно-клеточная инфильтрация, были отмечены начальные признаки восстановления функции гепатоцитов (ШИК-реакция), прилежащих к формирующемуся рубцу. В основной группе формировался неравномерный рубец, проникающий в виде отростков в паренхиму печени (ширина 5 мм). Было отмечено, что лимфоидная инфильтрация выражена в мини-

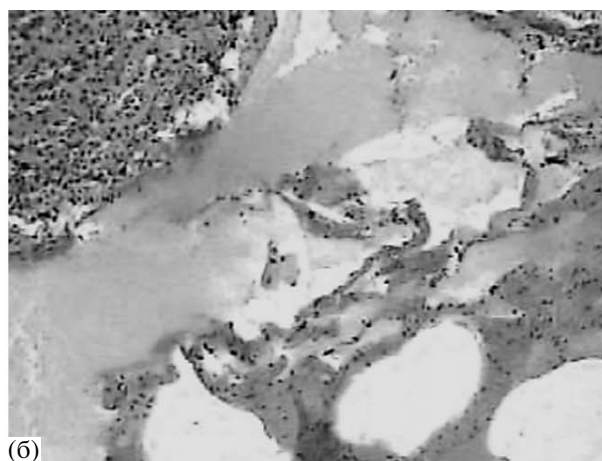
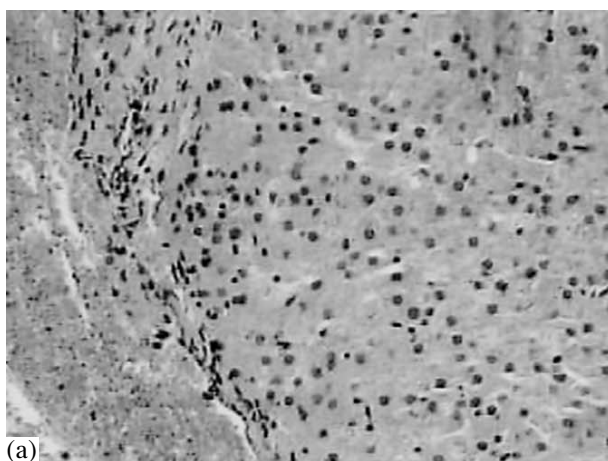
**Таблица 3. Результаты экспериментального исследования эффективности водоструйного диссектора при резекции печени**

Показатель	Группа				P
	экспериментальная (8 животных)		контрольная (3 животных)		
	среднее	диапазон	среднее	диапазон	
Площадь раневой поверхности культи, см <sup>2</sup>	27 ± 8.3	15–35	24.7 ± 11.5	13–36	0.714
Продолжительность операции, мин	40 ± 5	33–45	47 ± 9	37–55	0.099
Продолжительность пересечения печени, мин	12 ± 3	8–16	16 ± 4	8–13	0.119
Время достижения окончательного гемостаза, мин	5 ± 2	2–8	12 ± 2	9–13	0.01
Общая кровопотеря, мл	86 ± 52	45–200	153 ± 95	60–250	0.155
Кровопотеря на этапе резекции, мл	76 ± 48	40–180	135 ± 85	50–220	0.169
Кровопотеря/площадь раневой поверхности, мл/см <sup>2</sup>	3.2 ± 2.8	1.3–10	5.1 ± 1.2	3.8–6.1	0.302
Число лигатур на культю печени для достижения гемостаза	1.1 ± 0.8	1–2	6 ± 1	5–7	0.004

мальной степени (преимущественно вокруг лигатур), количество некротических участков незначительно в поле зрения. Функция гепатоцитов в прилежащей паренхиме также начинала восстанавливаться. На 14-е сутки после операции в основной группе выявляли более зрелый рубец, чем в контрольной, функция прилежащих гепатоцитов была полностью восстановлена (рис. 5).

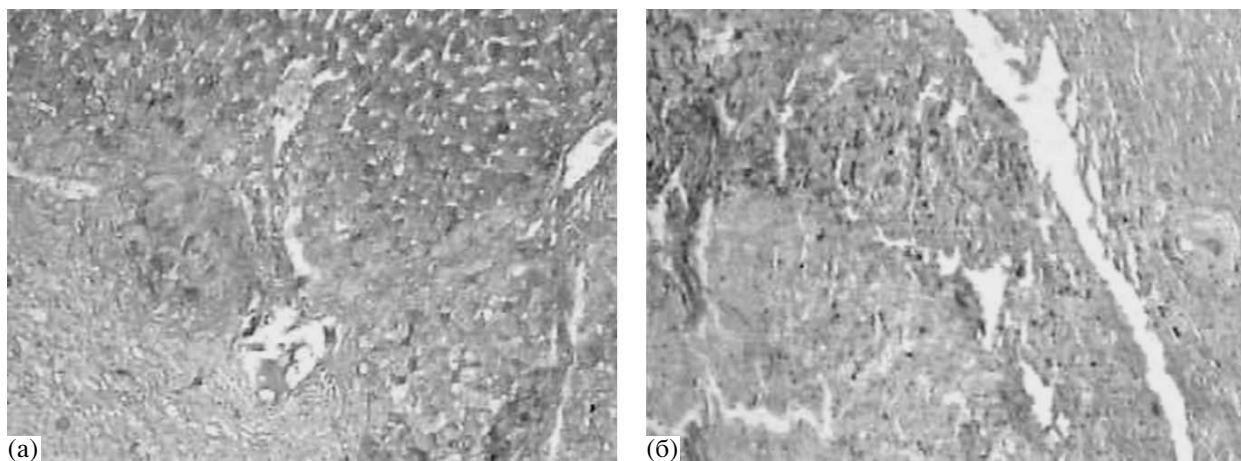
Таким образом, в экспериментальном разделе исследования была освоена методика водоструйной диссекции. Выполнение резекции печени у животных не сопровождалось техническими трудностями. При анализе результатов эксперимента не отмечено статистически достоверной разницы между сравниваемыми группами по таким важным показателям, как продолжитель-

ность операции и время диссекции, а также по объему кровопотери, хотя их абсолютные величины были меньше в группе, где использовали водоструйный диссектор. Кроме того, резекция с применением водного скальпеля требовала меньше времени и шовного материала для достижения окончательного гемостаза раневой поверхности культи печени. Изучение динамики формирования рубца показало, что водоструйный диссектор приводит к образованию более широкой зоны повреждения при пересечении за счет пропитывания паренхимы печени рабочим раствором, но, несмотря на это, исчезновение воспалительных изменений и созревание рубца происходят в более ранние сроки.



**Рис. 4.** Зона повреждения при диссекции паренхимы печени методом раздавливания зажимом (а) и водоструйным диссектором (б). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 180.

а – зона повреждения паренхимы (указана стрелкой) достаточно узкая (3 мм), имеет ровный край и четкую ровную границу, отделяющую ее от неповрежденной паренхимы; б – зона повреждения паренхимы шире (до 6 мм), с неровным краем и проникает в виде лакун в неповрежденную паренхиму печени, без четкой границы, насыщена жидкостью в виде вакуолей (указаны стрелкой).



**Рис. 5.** Вид рубца культи печени на 14-е сутки после операции с применением водоструйного диссектора (а) и методики раздавливания паренхимы печени (ШИК-реакция, Ув. 180). а – зрелый рубец, функция прилежащих гепатоцитов восстановлена; б – созревающий рубец, функция гепатоцитов не полностью восстановлена, видны кровоизлияния в прилежащей к рубцу паренхиме.

#### Клиническое исследование

Приобретенные во время экспериментального исследования навыки работы с водоструйным диссектором успешно использованы нами в клинической практике. Для выполнения резекции печени с применением водоструйного диссектора, как правило, было достаточно одного баллона рабочего раствора (средний расход  $70 \pm 38.2\%$  объема баллона, составляющего 500 мл). Полученные результаты не выявили достоверной разницы между группами по продолжительности операции и времени, затрачиваемому на диссекцию паренхимы печени, общему объему интраоперационной кровопотери, объему гемотрансфузии и длительности стояния дренажа в послеоперационном периоде (табл. 4).

Применение водного скальпеля при диссекции паренхимы печени позволило достоверно сокра-

тить объем кровопотери на этапе пересечения паренхимы: в основной группе он составил  $509 \pm 403$  мл, в контрольной –  $812 \pm 544$  мл ( $p = 0.04$ ). Pringle-маневр применили у 6 пациентов из контрольной группы и только у 2 пациентов из основной. Для достижения окончательного гемостаза культи печени в основной группе затрачивали меньше времени ( $24 \pm 15$  мин), чем в контрольной ( $30 \pm 17$  мин;  $p = 0.048$ ), а также на остановку кровотечения из мелких сосудов раневой поверхности печени уходило меньше шовного материала (основная группа –  $6.1 \pm 3.9$  лигатуры, контрольная –  $14 \pm 7.5$  лигатуры;  $p = 0.004$ ). Фибрин-коллагеновую субстанцию “Тахокомб” с целью достижения окончательного гемостаза накладывали на раневую поверхность печени 6 пациентам из контрольной группы и 11 пациентам из основной. Осложнений в послеоперационном

**Таблица 4.** Результаты клинического применения водоструйного диссектора при выполнении резекций печени

Показатель	Группа				p
	основная		контрольная		
	среднее	диапазон	среднее	диапазон	
Продолжительность операции, мин	$363 \pm 128$	150–680	$372 \pm 131$	130–615	0.82
Время диссекции паренхимы печени, мин	$29 \pm 15$	10–58	$22 \pm 10$	13–33	0.43
Общая кровопотеря, мл	$920 \pm 699$	250–3200	$1047 \pm 564$	300–3000	0.56
Кровопотеря на этапе диссекции, мл	$509 \pm 403$	100–1500	$812 \pm 544$	200–2500	0.04
Объем гемотрансфузии, мл	$476 \pm 347$	0–2000	$544 \pm 390$	0–1250	0.64
Число лигатур для гемостаза культи печени, шт.	$6.1 \pm 3.9$	0–38	$14 \pm 7.5$	6–29	0.004
Время, затрачиваемое на гемостаз, мин	$24 \pm 15$	10–75	$30 \pm 17$	24–43	0.048
Продолжительность пребывания в стационаре после операции, койко-дни	$18.2 \pm 8.4$	8–37	$26.5 \pm 17.7$	9–74	0.047

периоде, связанных с неудовлетворительным гемостазом, не наблюдали. Вместе с тем, негерметичность желчных протоков, потребовавшая дополнительных лечебных манипуляций (пункция под контролем УЗИ), имела место у 1 (5%) пациента в основной группе (скопление жидкости с примесью желчи в ложе удаленной доли) и у 7 (35%) пациентов в контрольной (скопление жидкости в ложе удаленной доли – 4, наружный желчный свищ – 2, абсцесс брюшной полости – 1) ( $p = 0.014$ ). Кроме того, в основной группе отмечено сокращение длительности пребывания пациентов в стационаре после операции (в среднем  $18.2 \pm 8.4$  дня, в контрольной группе –  $26.5 \pm 17.7$  дня;  $p = 0.048$ ).

В целом прибор был прост и удобен в работе. За счет высокой селективности воздействия на ткань печени его применение позволило сократить объем кровопотери на этапе диссекции, ускорить гемостаз культи печени и сократить расход шовного материала для этой цели. Помимо хороших интраоперационных результатов применения водного скальпеля, в основной группе пациентов были улучшены ближайшие послеоперационные результаты лечения, что проявилось достоверным сокращением частоты билиарных осложнений и длительности пребывания пациента в стационаре после операции.

## Обсуждение

Современные достижения в хирургии печени бесспорны – снижены показатели частоты послеоперационных осложнений и летальности. Вместе с тем многие вопросы, касающиеся резекционных вмешательств на этом органе, не имеют однозначной оценки.

Существующие на сегодняшний день методы диссекции паренхимы печени имеют свои достоинства и недостатки [1]. Самый простой метод – дигитоклазия (пальцевое раздавливание паренхимы), предложенная Lin в 1958 г. и позволяющая чрезвычайно быстро выполнять резекцию печени [33], но сопровождающаяся значительным кровотечением и довольно высокой частотой послеоперационных осложнений [10, 15, 41, 42]. Более усовершенствованным и менее травматичным аналогом дигитоклазии является методика разделения паренхимы с помощью инструмента. Этот метод вследствие технической простоты и доступности наиболее широко распространен при выполнении резекции печени [18, 36, 47, 55]. Именно этот метод был взят в качестве стандарта для формирования контрольной группы в нашем исследовании.

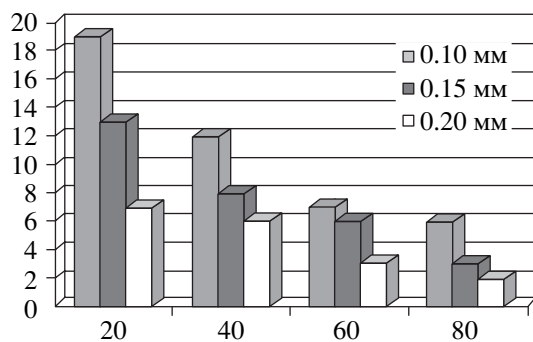
Аппараты, в основе действия которых лежит высокочастотный электрический ток или лазерное излучение, позволяют одновременно рассекать паренхиму печени и коагулировать сосуды, однако диаметр сосудов, поддающихся коагуляции, не превышает 1–1.5 мм, поэтому кровоте-

ние из более крупных сосудов приводит к значительной интраоперационной кровопотере [1, 26, 28]. Кроме того, при использовании этих методов формируется довольно глубокий некроз паренхимы [5, 38]. На сегодняшний день в сфере гепатобилиарной хирургии эти приборы находят применение преимущественно в качестве средств достижения гемостаза [4, 21, 23]. Аналогичное место занимают ультразвуковой (гармонический) и плазменный скальпель [3, 20, 30]. При выполнении резекции печени высокочастотный электрокоагулятор применялся нами только для рассечения капсулы печени и частично для достижения окончательного гемостаза культи печени в режиме “spray”.

Перспективным направлением решения проблем диссекции паренхимы печени стало создание методик, позволяющих выделять сосуды из паренхимы печени до момента пересечения, а затем прецизионно их клипировать или лигировать и уже после этого пересекать, при необходимости применяя различные способы достижения окончательного гемостаза культи печени (прошивание, электрокоагуляция, клеевые субстанции и т.д.). Такой тип воздействия на ткань печени обеспечивает водоструйный диссектор [24, 49, 50, 51]. По данным литературы, его основным преимуществом является высокая селективность воздействия при выделении трубчатых структур, что позволяет уменьшить интраоперационную кровопотерю и потребности в переливании крови [2, 30, 49, 61]. Оптимальное рабочее давление, обеспечивающее необходимую селективность воздействия и глубину проникновения водной струи, составляет 50–80 бар при диаметре сопла 0,1 мм [30, 49] (рис. 6 и 7).

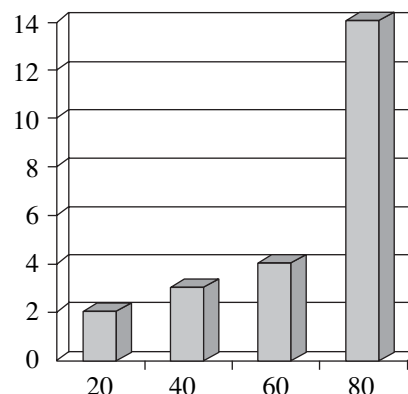
Проведенное нами исследование было основано на сравнении методики водоструйной диссекции и диссекции путем раздавливания паренхимы печени инструментом – метода, наиболее широко применяемого в различных лечебных учреждениях при резекции печени благодаря технической простоте и доступности [18, 36, 55]. Первым этапом было выполнено экспериментальное исследование, позволившее приобрести навыки работы с водоструйным диссектором, получить предварительные данные о его эффективности и безопасности при резекции печени, определить степень травматизации ткани печени водной струей. Вторым этапом водоструйная диссекция была внедрена в клиническую практику.

Сравнительный анализ двух методик диссекции паренхимы печени не выявил в эксперименте и при клиническом использовании достоверных различий по следующим показателям: продолжительность операции; время, затрачиваемое на пересечение паренхимы печени; объем общей кровопотери и кровопотери на этапе диссекции; объем интраоперационной гемотрансфузии (при клиническом использовании; в эксперименте ге-



**Рис. 6.** Число изолированных сосудов на 1 см<sup>2</sup> раневой поверхности при различных рабочем давлении и диаметре сопла.

По оси абсцисс – давление (в барах), по оси ординат – число изолированных сосудов.



**Рис. 7.** Глубина проникновения рабочего раствора в ткань печени при различном рабочем давлении (диаметр сопла 0.1 мм).

По оси абсцисс – давление (в барах), по оси ординат – глубина проникновения раствора (в мм).

мотрансфузия не проводилась). Изучение временных параметров водоструйной диссекции при резекции печени показало, что этот метод не уступает по скорости диссекции методике раздавливания инструментом. Полученные результаты продемонстрировали, что применение водоструйного диссектора дает возможность достоверно сократить время, затрачиваемое на достижение окончательного гемостаза раневой поверхности культи печени, в 1.3–2 раза и расход шовного материала для гемостаза путем прошивания в 2–5 раз. Дополнительное применение фибрин-коллагеновых субстанций (в нашей работе использован “Тахокомб”) позволяет добиться более надежно гемостаза.

Меньшая травматичность метода водоструйной диссекции по сравнению с методикой раздавливания паренхимы инструментом была подтверждена в эксперименте. При изучении гистологического материала было установлено, что в группе животных, которым резекция печени выполнена с применением водоструйного диссектора, происходило более раннее формирование рубца, что согласуется с данными других исследователей [2, 44].

Водоструйный диссектор, обеспечивая хороший визуальный контроль зоны диссекции, придает уверенность хирургу, что объективно проявляется более редким применением Pingle-маневра, являющегося вынужденной мерой по предупреждению кровотечения из культи печени и способствующего дополнительной ишемизации резецированной печени.

Основным положительным результатом, на наш взгляд, явилось значительное статистически достоверное сокращение частоты послеоперационных осложнений с 35 до 5%. Хорошее владение оперирующими хирургами техникой резекции печени и методами гемостаза исключило развитие послеоперационных кровотечений, частота кото-

рых, по данным литературы, составляет 2–18% [8, 40]. Эффективным в этом отношении оказалось применение фибрин-коллагеновой субстанции для укрытия раневой поверхности культи печени. Основное число осложнений было связано с недостаточным герметизмом желчных путей. Высокая селективность воздействия водоструйного диссектора позволила прецизионно выделять эти структуры и сократить частоту подобных осложнений. Следствием уменьшения частоты послеоперационных осложнений явилось сокращение длительности пребывания пациента в стационаре после операции в среднем в 1.5 раза (с 26 до 18 дней). Это не только свидетельствует об улучшении ближайших результатов лечения пациентов, но и имеет благоприятное экономическое значение, так как уменьшает стоимость лечения пациентов с хирургическими заболеваниями печени.

Отсутствие статистически достоверной разницы между сравниваемыми группами по ряду показателей (объем кровопотери, продолжительность операции), вероятнее всего, связано с недостаточным количеством наблюдений. На наш взгляд, относительным недостатком проведенного исследования является отсутствие третьей группы пациентов, которым резекция печени была бы выполнена с применением другого прибора – ультразвукового диссектора, все шире внедряемого в клиническую практику в последние годы и представляющего собой технологию, альтернативную водоструйной диссекции. Селективность воздействия не различается достоверно при применении этих методов диссекции (число изолируемых сосудов на единицу раневой поверхности культи печени: водоструйный диссектор  $3.28 \pm 0.49$  на 1 см<sup>2</sup>; ультразвуковой диссектор  $3.65 \pm 0.61$  на 1 см<sup>2</sup>) [49]. В основе действия ультразвукового диссектора (ultrasonic dissector, “Cavitron Ultrasonic Surgical Aspirator” или CUSA) лежит преобразование электрических колебаний в высокочастотные ме-



Таблица 5. Эффективность различных методик диссекции паренхимы печени [49]

Показатель	Метод диссекции			p
	водоструйный диссектор (n = 78)	ультразвуковой диссектор (n = 153)	раздавливание паренхимы (n = 230)	
Кровопотеря, мл на 1 см <sup>2</sup> поверхности	17.3	28.7	74.6	<0.001
Время диссекции, мин на 1 см <sup>2</sup> поверхности	0.35	0.82	1.28	0.001
	<i>Осложнения, %</i>			
Желчные свищи	3.8	5.2	3.0	
Абсцессы брюшной полости	2.6	5.9	3.5	
Летальность (госпитальная)	5.1	2.6	3.1	

ханические (частота 23 или 36 кГц, длина волны 100 мкм). При этом одновременно совершается три процесса: ультразвуковая кавитация, ирригация и аспирация [48]. Ультразвуковые колебания наконечника селективно разрушают клетки печени, сохраняя неповрежденными трубчатые структуры диаметром более 1 мм, что делает возможным их лигирование еще до пересечения [34]. Ультразвуковой диссектор не обладает гемостатическими свойствами, поэтому после визуализации сосудистых структур гемостаз осуществляется обычными методами [44]. Клинические результаты применения ультразвукового диссектора подтверждают его эффективность при резекции печени: уменьшается объем кровопотери и гемотрансфузии, снижается частота осложнений [7, 9, 17, 19, 60]. Отмечено, что ультразвуковой диссектор за счет отсутствия пенообразования обеспечивает лучший визуальный контроль [49].

Сравнительное изучение эффективности различных методик диссекции печени (водоструйный диссектор, ультразвуковой диссектор и раздавливание паренхимы печени) выявило сокращение объема интраоперационной кровопотери, гемотрансфузии и времени диссекции при использовании водоструйного диссектора без достоверной разницы в частоте послеоперационных осложнений [2, 49, 50, 54, 61] (табл. 5).

Возвращаясь к вопросу о водоструйной диссекции, необходимо отметить, что вероятность повреждения органов брюшной полости водной струей невелика, но она все же существует и об этом нужно помнить. Так, при давлении 100 бар и диаметре сопла 0.1 мм точечное воздействие на стенку кишки в течение 6–7 с с расстояния менее 3 см может вызвать перфорацию, однако практически такого не происходит [49].

Использование водоструйного диссектора при резекции печени по поводу злокачественных новообразований достаточно безопасно, так как не вызывает диссеминации опухолевых клеток в брюшной полости и не приводит к сокращению 5-летней выживаемости [30].

Водный скальпель находит свое место и в лапароскопии. Созданы различные модификации тонких и легких аппликаторов, которые можно провести через лапароскопические порты [14, 57]. Сравнение результатов резекции печени с применением водоструйного диссектора, выполненной лапароскопически и через лапаротомный доступ, выявило сокращение продолжительности операции (в 1.5 раза) и пребывания в стационаре после операции в основной группе (в 1.5 раза). Не было отмечено достоверных различий в длительности операции и объеме кровопотери [52].

Интересным и перспективным направлением применения водоструйного диссектора является хирургическое лечение паразитарных и непаразитарных кист печени. Водоструйная диссекция позволяет “идеально” выделять такие кисты, в том числе и расположенные глубоко в паренхиме печени [29]. У одного оперированного нами пациента водоструйный диссектор был применен для перицистэктомии эхинококковой кисты из оставшейся левой доли после правосторонней гемигепатэктомии по поводу множественного эхинококкоза.

Необходимо отметить, что водоструйный диссектор находит применение в других областях хирургии, помимо гепатобилиарной, – в нейрохирургии [25, 28, 43, 46], урологии [11, 13, 58], торакальной хирургии [32], челюстно-лицевой хирургии [37, 59], пластической хирургии [62], ортопедии [22].

## ■ Заключение

Результаты, полученные в данном экспериментально-клиническом исследовании, показывают, что метод водоструйной диссекции при резекции печени позволяет селективно выделять трубчатые структуры печени и производить их прецизионную обработку, обеспечивая хороший визуальный контроль зоны диссекции и меньшую травматизацию паренхимы культи печени. Кроме того, при использовании водоструйного диссектора удается реже применять Pringle-маневр,

что сокращает время ишемии печени. Все это в конечном итоге снижает степень травматичности операции, способствует более быстрому созреванию рубца культи, а главное, уменьшает частоту послеоперационных осложнений и длительность пребывания пациента в стационаре после операции, т.е. улучшает ближайшие послеоперационные результаты лечения. Таким образом, водоструйный диссектор можно эффективно и безопасно применять при резекции печени, продолжая поиск путей его усовершенствования.

## Список литературы

1. Аирафов А.А., Байрамов Н.Ю., Меликова М.Д. Современные методы рассечения паренхимы печени // *Анналы хир. гепатол.* 2000. Т. 5. № 2. С. 54–60.
2. Булынин В.И., Пархисенко Ю.А., Глухов А.А. и др. Струйная диссекция тканей в хирургии печени // *Хирургия.* 1996. № 2. С. 108–109.
3. Вафин А.З., Айдемиров А.Н., Казанцев С.А. Перспективы применения плазменного скальпеля в хирургии печени. В кн.: “Новые технологии в хирургической гепатологии”. С.-Петербург. 1995. С. 109–110.
4. Вишневский В.А., Чжао А.Н., Назаренко Н.А. и др. Современные принципы техники оперативных вмешательств на печени // *Анналы хир. гепатол.* 1996. Т. 1. С. 15–23.
5. Ефименко Н.А., В.Е. Розанов, В.Г. Кудряцев, А.И. Заикин. Современные технологии гемостаза при операциях на печени // *Анналы хир. гепатол.* 1998. Т. 3. № 3. С. 189.
6. Манильчук А.В., Соловьев В.А., Атдугев В.А. Профилактика осложнений после резекции печени. В кн.: “Новые технологии в хирургической гепатологии”. С.-Петербург. 1995. С. 125–126.
7. Патютко Ю.И., Сагайдак И.В., Котельников А.Г. и др. Применение специальной хирургической техники при резекции печени. В кн.: “Новые технологии в хирургической гепатологии”. С.-Петербург. 1995. С. 126–127.
8. Скипенко О.Г., Мовчун А.А., Ерамишанцев А.К., Шатверян Г.А., Воскресенский О. В. Опыт применения покрытия “Тахокомб” при хирургических вмешательствах на печени и поджелудочной железе // *Хирургия.* 1998. № 1. С. 11–14.
9. Шалимов А.А., Шалимов С.А., Калита Н.Я. и др. Новые технологии в печеночной хирургии. В кн.: “Новые технологии в хирургической гепатологии”. С.-Петербург. 1995. С. 151–152.
10. Baer H.U., Stain S.C., Guastella T., Maddern G.J., Blumgart L.H. Hepatic resection, using a water jet dissector // *HPB Surg.* 1993. 6(3). P. 189–96.
11. Basting R.F., Djakovic N., Widmann P. Use of water jet resection in organ-sparing kidney surgery // *O Endourol.* 2000. Aug. 14(6). P. 501–505.
12. Bengmark S. *Leberchirurgie* // *Chir. Gastroenterol.* 1987. 3. P. 5–11.
13. Corvin S., Oberneder R., Adam C., Frimberger D. et al. Use of hydro-jet cutting for Laparoscopic partial nephrectomy in porcine model // *Urology* 2001 Dec. 58(6). P. 1070–1073.
14. Cuschieri A. Experimental evaluation of water-jet dissection in endoscopic surgery. *End. Surg.* 1994. № 2. P. 202–204.
15. Edward C.S., Sheung T.F., Chung-Mau et al. Hepatic resection for hepatocellular carcinoma // *Ann. Surg.* 1995. 221(3). P. 291–298.
16. Elias D. et al. What are the real indications for hepatectomies in metastases of colorectal origin // *Gastroenterol. Clin. Biol.* 1998 Dec. 22(12). P. 1048–1055.
17. Fan S.T., Lai E.C., Lo C.M., Chu K.M., Liu C.L., Wong J. Hepatectomy with an ultrasonic dissector for hepatocellular carcinoma // *Br. J. Surg.* 1996 Jan. 83(1). P. 117–120.
18. Fan S.T., Lo C.M., Liu C.L. et al. Hepatectomy for hepatocellular carcinoma: toward zero hospital death // *Ann. Surg.* 1999. 229(3). P. 322–330.
19. Fasulo F., Giori A., Fissi S. et al. Cavitron Ultrasonic Aspirator (CUSA) in liver resection // *Int. surg.* 1992. № 77. P. 64–66.
20. Gertsch P., Pelloni A., Guerra A., Krpo A. Initial experience with the harmonic scalpel in liver surgery // *Hepatogastroenterology* 2000 May–Jun. 47(33). P. 763–766.
21. Helpap B. The morphological consequences of thermosurgery // *Res. Exp. Med. Berl.* 1983. 183(3). P. 215–225.
22. Honl M., Rentsch R., Lampe F., Muller V., Dierk O. et al. Water jet cutting for bones and bone cement – parameter study of possibilities and limits of new method // *Biomed. Tech. (Berl).* 2000 Sep. 45(9). P. 222–227.
23. Iwatsuki S., Starzl T.E. Personal experience with 411 hepatic resection. *Ann. Surg.* 1988. 208. P. 421–434.
24. Izumi R., Yabushita K. et al. Hepatic resection using water jet dissector. *Jpn. J. Surg.* 1993. 23. P. 31–35.
25. Jakob S., Kehler U., Reusche E., Friedch H.J., Arnold H. Endoscopic use of the water jet dissector in cerebral ventricle system – an experimental study // *Zentralbl Neurochir.* 2000. 61(1). P. 14–21.
26. Joffe S.N. The neodymium: YAG laser in general surgery // *Contem Surg.* 1985. 27. P. 17.
27. Jourdan J.L. et al. Hepatic resection for metastases in colorectal carcinoma. *NZ Med. J.* 1999 Mar. 26. V. 112(1084). P. 91–93.
28. Kaduk W.M., Stengel B., Pohl A., Nizze H., Gundlach K.K. Hydro-Jet cutting: a method for selective surgical dissection of nerve tissue. An experimental study on the sciatic nerve of rats // *O Craniomaxillofac Surg.* 1999 Oct. 27(5). P. 327–330.
29. Kjossev K.T., Losanoff J.E. Surgery for deeply located hydatid cysts of the liver: a simple alternative // *HPB Surg.* 2000. 11(5). P. 307–310.
30. Kockerling F., Schwartz S.I. Liver surgery. Operative techniques and avoidance of complications // *J.A. Barth, Heidelberg.* 2001.
31. Lam C.M., Lo C.M., Liu C.L., Fan S. Biliary Complications during Liver Resection // *World J. of Surgery.* October 2001. V. 25. № 10. P. 1273–1276.
32. Lesser T. Atypical lung parenchyma resection with the Hydro-Jet – initial experimental and clinical experiences // *Chirurg.* 2000 May. 71(5). P. 592.

33. *Lin T., Tsu K. et al.* Study on lobectomy of the liver // *J. Formosa. Med. Assoc.* 1958. 57. P. 742–759.
34. *Little J.M., Hollands M.J.* Impact of the CUSA and operative ultrasound on hepatic resection // *HPB. Surg.* 1991. 3. P. 271–277.
35. *Lo C.M., Fan S.T., Liu C.L., Lai E.C.S., Wong J.* Biliary complications after hepatic resection: risk factors, management and outcome // *Arch. Surg.* 1998. 733. P. 156.
36. *Lucas C.E., Ledgerwood A.M.* Prospective evaluation of hemostatic techniques for liver injuries // *J. Trauma.* 1976. 16. P. 442–451.
37. *Magritz R., Jurk V., Reusche E., Siegert R.* Water-jet dissection in parotid surgery: an experimental study in dogs // *Laryngoscope* 2001 Sep. 111(9). P. 1579–84.
38. *Martis G., Miko I., Szendroi T., Kathy S., Kovacs J., Hajdu Z.* Results with collagen fleece coated with fibrin glue (TachoComb). A macroscopical and histological experimental study // *Acta-Chir-Hung.* 1997. 36(1–4). P. 221–224.
39. *Miyagawa S., Makuuchi M., Kawasaki S., Kakazu T.* Criteria for safe hepatic resection // *Am. J. Surg.* 1995. P. 769–589.
40. *Nagino M., Kamiya J., Uesaka K., Sano T., Yamamoto H., Nimura Y.* Complications of Hepatectomy for Hililar Cholangiocarcinoma // *World. J. of Surgery.* 2001. 25(10). P. 1277–1283.
41. *Nakamura S., Sakaguchi S. et al.* Aggressive repeat resection for hepatic metastases of colorectal carcinoma // *Jpn. J. Surg.* 1992. 22. P.260–264.
42. *Ochsner G.M., Jaffin J.H. et al.* Major hepatic trauma. *Surg. Clin. North. Am.* 1993. 73. P. 337–352.
43. *Oertel J., Gaab M.R., Knapp A., Essig H., Warzok R., Piek J.* Water jet dissection in neurosurgery: experimental results in porcine cadaveric brain // *Neurosurgery.* 2003 Jan. 52(1). P. 153–159.
44. *Ottow R.T., Barbieri A.S., Sugarbaker P.H., Wesley R.A.* Liver transection: a controlled study of different techniques in pigs // *Surgery.* 1985 May. 97(5). P. 596–601.
45. *Papachristou D.N., Barters R.* Resection of the liver with a water jet // *Br. J. Surg.* 1982. № 69. P. 93–94.
46. *Piek J., Wille C., Warzok R., Gaab M.R.* Waterjet dissection of the brain: experimental and first clinical results. Technical note // *J. Neurosurg.* 1998. Nov. № 89(5). P. 861–864.
47. *Pinkerton J.A., Sawyers J.L., Foster J.H.* A study of the postoperative course after hepatic lobectomy. // *Ann. Surg.* 1971. 173(5). P. 800–811.
48. *Putnam C.W.* Techniques of ultrasonic dissection in resection of the liver // *Surg. Gynecol. Obstet.* 1983. P. 157–158.
49. *Rau H.G.* Apparative und methodische Entwicklung des Jet-Cutting fuer den Einsatz in der Leberchirurgie. “Doktors der Chirurgie an der Ludwig-Maximilians-Universitaet”. Germany. 1994. 151 p.
50. *Rau H.G., Schardey H.M. et al.* The comparison of different techniques for liver resection: blunt dissection, ultrasonic aspirator and jet-cutter // *Eur. J. Surg. Oncol.* 1995. 21. P. 183–187.
51. *Rau H.G., Buttler E., Baretton G. et al.* Jet-Cutting supported by high frequency current: New technique for hepatic surgery // *World. J. Surg.* 1997. 21. P. 254–260.
52. *Rau H.G., Buttler E., Meyer G., Schardey H.M., Schildberg F.W.* Laparoscopic liver resection compared with conventional partial hepatectomy – a prospective analysis. *Hep. Gastroenterol.* 1998. 45. P. 2333–2338.
53. *Rau H.G., Wichmann M.W., Schinkel S., Buttler E., Pickelmann S., Schauer R., Schildberg F.W.* Surgical techniques in hepatic resection: Ultrasonic aspirator versus Jet-Cutter. A prospective randomized clinical trial // *Zentrabl. Chir.* 2001 Aug. 126(8). P. 586–590.
54. *Savier E., Castaing D.* Use of a water-jet dissector during hepatectomy. *Ann. Surg.* 2000 May. 125(4). P. 370–375.
55. *Scheele J., Stang R. et al.* Resection of colorectal liver metastases // *World. J. Surg.* 1995. 19. P. 59–71.
56. *Schmidbauer S., Hallfeldt K.K., Sitzmann G., Kantelhardt T., Trupka A.* Experience with ultrasound scissors and blades (UltraCision) in open and laparoscopic liver resection // *Ann. Surg.* 2002 Jan. 235(1). P. 27–30.
57. *Schöb O.M., Schlumpf R.B., Uhlschmid G.K., Rausis C., Spiess M., Largiader F.* The multimode water jet dissector – a technology for Laparoscopic liver surgery / *End. Surg.* 1994. 2. P. 311–314.
58. *Shekarriz B.* Hydro-jet cutting for Laparoscopic partial nephrectomy in porcine model // *Urology.* 2002 Jul. 60(1). P. 199–200.
59. *Siegert R, Magritz R, Jurk V.* Water-jet dissection in parotid surgery – initial clinical results // *Laryngorhinootologie* 2000 Dec. 79(12). P. 780–784.
60. *Takayama T., Makuuchi M., Kubota K., Harihara Y. et al.* Randomized comparison of ultrasonic vs clamp transection of the liver // *Arch. Surg.* 2001 Aug. 136(8). P. 922–928.
61. *Vollmer C.M., Dixon E., Sahajpal A., Cattral M.S. et al.* Reduced blood loss using hydro-jet technique for hepatic parenchymal dissection // *J. Gastrointest. Surg.* 2003 Feb. 7(2). P. 283.
62. *Wanner M., Jakob S., Schwarzl A., Honigmann K., Oberholzer M., Pierer G.* Water jet dissection in fatty tissue. *Swiss. Surg.* 2001. 7(4). P. 173–179.