

## ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ЭМБОЛИЗАЦИЯ ВОРОТНОЙ ВЕНЫ У БОЛЬНЫХ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ ОПУХОЛЯМИ ПЕЧЕНИ

Таразов П.Г., Гранов Д.А., Поликарпов А.А.

ФГУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий Росмедтехнологий», Санкт-Петербург, Россия

### Введение.

Операция остается единственным методом, позволяющим добиться длительной выживаемости больных злокачественными опухолями печени. Однако курабельная резекция нередко бывает невозможной или крайне рискованной, если предполагаемый остающийся объем печени (future remnant liver = FRL) очень мал, поскольку при этом крайне высок риск развития послеоперационной печеночной недостаточности с летальным исходом [1, 2]. На практике это встречается в следующих случаях:

требуется правосторонняя гемигепатэктомия, а левая доля печени небольших размеров [3-5];

необходим большой объем резекции у больного с нарушением функции печени из-за сопутствующего цирроза, холестаза при холангиокарциноме ворот печени, фиброза печени после проведения системной или регионарной химиотерапии [6, 7].

Известно, что резекция только тогда относительно безопасна, когда объем FRL составляет не менее 30% при нормальной и 40% при нарушенной функции печени [8,9]. Для улучшения этого показателя в последние годы используется предоперационная эмболизация воротной вены (ПЭВВ).

### История метода.

В 1920 г. P.Rous и L.Larimore [10] показали, что именно кровотоки поv.portae ответственны за регенерацию печени: лигирование ветви воротной вены у кроликов приводило к сморщиванию соответствующей и гипертрофии контралатеральной доли. Этот эффект был подтвержден в дальнейших работах, посвященных лигированию воротной вены при лечении злокачественных опухолей [11]. Также хорошо известен факт уменьшения правой и компенса-

торного увеличения левой доли при циррозе печени, сопровождающемся нарушением портального кровотока.

В 1986 г. H.Kinoshita et al. [12] опубликовали результаты резекции печени у 21 больного гепатоцеллюлярным раком. В качестве подготовки была использована ПЭВВ правой (пораженной) доли печени, в том числе у 17 пациентов в сочетании с артериальной химиоэмболизацией. На операции, выполненной через 40 сут., у одного из больных была отмечена выраженная (более 40%) гипертрофия левой доли. В связи с этим авторы предположили, что ПЭВВ целесообразно использовать для улучшения индекса FRL, что должно привести к снижению риска послеоперационной печеночной недостаточности (рис.1).

В настоящее время процедура стала рутинной во многих гепатохирургических клиниках. Так, если к концу 1999 г. в доступной литературе мы обнаружили данные о 295 ПЭВВ [13], то к настоящему времени в литературе имеется более 500 публикаций, а некоторые центры располагают опытом резекции печени после ПЭВВ более чем у 100 больных [14-17].

### Показания к ПЭВВ.

Как и перед любой предполагаемой резекцией печени, проводят тщательное клинично-лабораторное и рентгенологическое обследование. Определяют степень нарушения функции печени, объем и распространенность опухоли, наличие сопутствующих заболеваний, подтверждают отсутствие внепеченочного распространения злокачественного процесса. Оценивают степень нарушений портального кровотока: при тромбозе или сдавлении ветвей воротной вены, а также выраженном гепатофугальном кровотоке выполнять ПЭВВ нецелесообразно или рискованно.

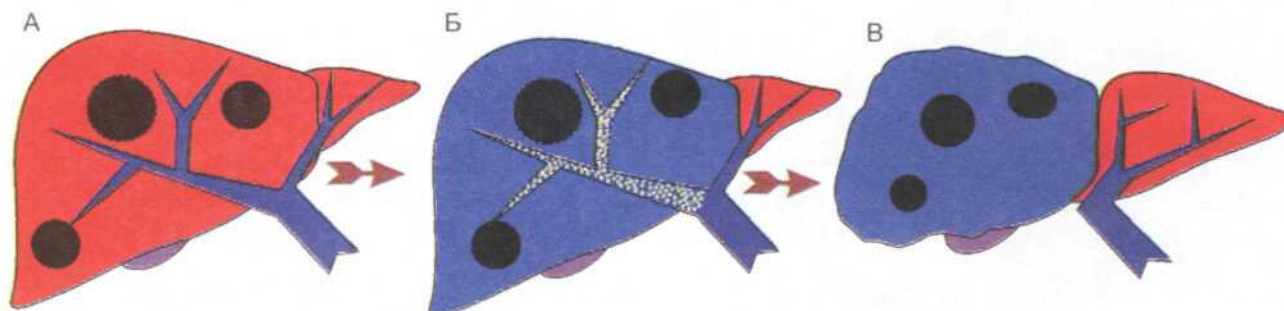
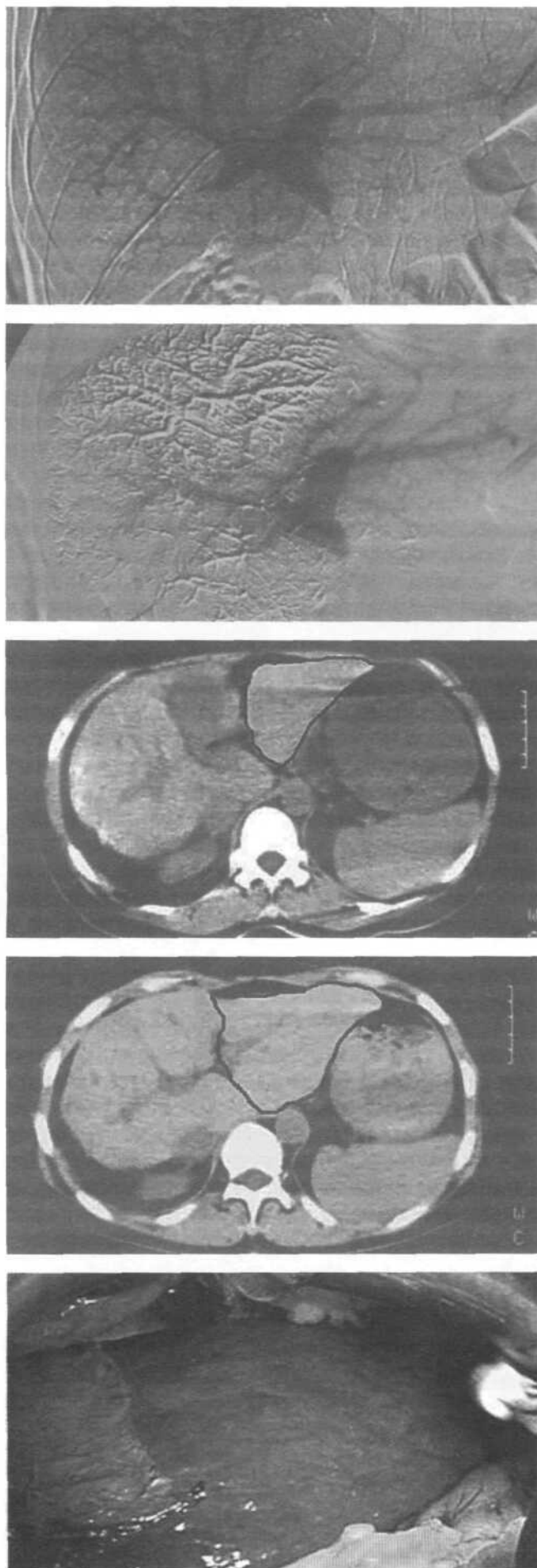


Рис. 1 Схематическое изображение эффекта предоперационной эмболизации правой ветви воротной вены.

А - в правой доле печени три патологических узла. Курабельная резекция технически возможна, однако объем FRL не превышает 20% печени.

Б - выполнена механическая эмболизация правой ветви воротной вены.

В - через 1 мес после процедуры отмечаются некоторое уменьшение правой доли, содержащей новообразования и викарная гипертрофия левой доли печени. Объем FRL достаточен для безопасного выполнения правосторонней гемигепатэктомии.



Показанием к ПЭВВ является наличие резектабельной опухоли, занимающей более 60-70% объема печени. Иногда размеры опухоли меньше, однако курательная резекция может быть выполнена лишь таким образом, что предполагаемый объем FRL составит менее 30%.

Для определения объемов резекции и FRL используют данные КТ или МРТ. Производят срезы шириной 5-10 мм всей печени, начиная от купола диафрагмы до наиболее каудальных частей органа. Каждый срез вручную обводят курсором и высчитывают площадь сегментов. Далее с помощью программ или специальных формул создают объемное изображение печени и рассчитывают границы предполагаемой резекции и FRL [18,19]. В настоящее время существуют программы, позволяющие определять объемы печени и ее долей по результатам ангио-КТ. На основании полученных данных определяют необходимость ПЭВВ.

#### Методика.

Подготовка к процедуре такая же, как к любой диагностической и лечебной ангиографии. Накануне производят очищение кишечника, на ночь назначают снотворное. За 40 мин до исследования выполняют обычную премедикацию. ПЭВВ выполняют в рентгенооперационной под местной анестезией, реже - под наркозом или нейролептаналгезией [4].

Для пункции воротной вены используют методику Сельдингера или стилет-катетер диаметром 4-5F и ультразвуковой контроль в реальном масштабе времени. Большинство авторов предпочитает пункцию контралатеральной (как правило, левой) долевой ветви воротной вены, объясняя это возможностью по антеградному кровотоку осуществить более надежную эмболизацию [20, 21]. Другие исследователи успешно использовали ипсилатеральный доступ и эмболизацию с помощью баллонного катетера [22]. Мы, как правило, используем ипсилатеральный доступ и эмболизацию правой ветви воротной вены без баллонного катетера. По нашему мнению, этот доступ более безопасен в смысле постэмболизационного кровотечения (левая ветвь находится гораздо ближе к капсуле печени), а также риска повреждения и тромбоза левой воротной вены [23]. При невозможности чрескожной пункции воротной вены используют ее катетеризацию через v.ileo-coiса путем лапаротомии или лапароскопии [24].

Катетер устанавливают в воротной вене и выполняют портографию. Под тщательным рентгеноскопическим контролем осуществляют окклюзирование соответствующей долевой ветви смесью цианоакрилового клея с липиодолом в соотношении 1:4, этиловым спиртом, гемостатической губкой, тром-

Рис. 2 Рентгенологические и операционные данные больного с метастазами колоректального рака в правую долю печени.

А - прямая портография.

Б - контрольная портография после эмболизации: кровотока по правой ветви воротной вены отсутствует.

В, Г - компьютерные томограммы до (В) и через 4 нед после ПЭВВ (Г): отмечается увеличение объема FRL на 60%.

Д - на операции подтверждено резкое увеличение левой доли печени.

бином, частицами поливинилалкоголя, металлическими спиралями. Производят контрольную портографию и при необходимости дополняют эмболизацию (рис. 2а, б). Катетер удаляют с контролем гемостаза, пломбуя пункционный канал кусочками коллагеновой губки. После процедуры больному назначают постельный режим на 6-8 ч.

Более чем в 95% опубликованных случаев требовалось осуществить правую долеую ПЭВВ. При этом нередко необходимо произвести окклюзирование IV сегментарной ветви, которая отходит проксимально от правой ветви v.portae. Поэтому для предупреждения попадания эмболизата в левую долю рекомендуют начинать ПЭВВ именно с селективного окклюзирования ветви IV сегмента, а затем выполнять эмболизацию остальных ветвей [25, 26].

#### Результаты.

**Постэмболизационный период** протекает благополучно. Как правило, пациенты отмечают чувство дискомфорта в области печени в течение 1-2 сут., иногда наблюдается небольшое повышение температуры тела. Серьезные осложнения возникают у единичных больных: гормональный криз при метастазах злокачественного карциноида, пневмоторакс, подкапсульная гематома, гемобилия [15, 27]. В лабораторных анализах наблюдается повышение уровня трансаминаз (не более чем в два раза), снижение общего белка сыворотки крови; нормализация происходит к 2 нед. Скорость кровотока в оставшихся ветвях воротной вены возрастает в 1,5-2 раза, но к 2-3 нед. нормализуется. Давление в v.portae, как правило, не изменяется, однако у некоторых больных может повышаться и оставаться таким в течение

3-4 нед. В ранние сроки после ПЭВВ увеличивается и артериальный кровоток в соответствующей эмболизации доле печени. В течение первых 10-11 сут. после ПЭВВ объем левой доли относительно всей печени увеличивается на 8%, а желчевыделение на 20%.

**Рациональный срок для резекции печени** определяют по данным повторной КТ или МРТ. Как следует из табл. 1, сроки операции после ПЭВВ в значительной степени варьируют. Основным показателем является не временной интервал, а достижение достаточного объема гипертрофии FRL (рис. 2в, г). По мнению большинства авторов, предпочтительный срок для выполнения операции - 3-4 нед. после ПЭВВ [18, 25, 28]. Имеется прямая зависимость гипертрофии левой доли печени от степени усиления в ней портального кровотока [29]. При сопутствующем циррозе печени скорость гипертрофии меньше, поэтому больных оперируют через 4-6 нед. [30-31]. Следует отметить, что без оснований удлинять срок резекции после ПЭВВ не следует: есть данные, что метастазы в контралатеральной доле печени, которые могли бы быть удалены с помощью дополнительной клиновидной резекции, после ПЭВВ быстро прогрессируют [20, 32]. Кроме того, может наблюдаться рост опухоли, локализуемой в ипсилатеральной (подвергнутой ПЭВВ) доле печени [33].

#### Гистологические исследования.

При лапаротомии макроскопически доля печени, подвергшаяся ПЭВВ, выглядит неизменной. Отмечается некоторое уменьшение ее размеров, иногда - небольшие рубцовые втяжения и сращения с диафрагмой. При микроскопическом исследовании наблюдаются апоптоз и атрофия гепатоцитов, при этом объем доли

Таблица 1

Результаты предоперационной эмболизации воротной вены и резекции печени

Резекция печени				
Источник литературы	Срок после ПЭВВ (нед)	Степень гипертрофии левой доли печени	Результаты	
			ближайшие	отдаленные
[35]	4	30-50%	Осложнения - 7% Летальность - 4%	Повышение резектабельности КР Мтс на 19%. 1-3-5 л. Вж = 81-67-40% vs 88-61-38% в контрольной группе
[8, 26]	4-6	64% (+12% к объёму всей печени)	Осложнения - 25% (ПН=5%), Летальность 3%	5-летняя ВЖ 31-34%
[21]	2-3	30% (0-170%)		
[36, 37]	1-3	25%	ПН=0%	ХКЦ: 10/12 живы 12-22 мес. без РЦ, 1 с РЦ, 1 умер (12 мес.) Двухстор. КР Мтс: 4/5 живы без РЦ 3-6 лет, 1 умер (28 мес.)
[38]	4-7	30-100%	ПН=0%	Мтс: все живы без РЦ 3-6 мес.
[39]	4	108%	ПН=0%	
[6]	3	28%	Летальность 15%	ГЦР III-IV ст.: 1- и 2-летняя ВЖ = 69% и 46%
[40]	3	30%	Летальность 10%	3-5л. Вж по сравнению с контрольной группой ГЦР III ст.: 93-57-46% vs 96-64-53%, отдаленные Мтс = 63% vs 17%
[31]	2-6	36% (2-15-47%)* при + ХЭПА 57%		
[16]	2-3	30-40%	Летальность: рак ж/пуз = 18% ХКЦ = 4,5%	3-5л. Вж = 25-17% 3-5л. Вж = 42-27%

#### Примечание:

\* - для суб-, сегментарной и правой стволовой ПЭВВ; ВЖ - выживаемость; ГЦР - гепатоцеллюлярный рак; КР - колоректальные; Мтс - метастазы; ПН - печеночная недостаточность; РЦ - рецидив; ХЭПА - химиоэмболизация печеночной артерии; ХКЦ - холангиокарцинома

уменьшается на 10-15% [18, 34]. Использование в качестве эмболизатов гемостатической губки и тромбина не вызывает воспалительной реакции и некрозов, однако нередко наблюдается частичная реканализация ветвей воротной вены, снижающая степень контралатеральной гипертрофии. При использовании цианоакрилата просвет портальных ветвей надежно окклюзирован, определяются скопления макрофагов, выраженная перипортальная воспалительная реакция, перибиллиарный фиброз, в 20% - небольшие участки некроза. Чем больше воспалительная реакция, тем большая степень увеличения контралатеральной доли наблюдается после ПЭВВ (рис. 2д). Если в предоперационном периоде проводилась химиотерапия, то степень викарной гипертрофии меньше, однако вместе с этим возможно и уменьшение опухоли [41].

**Резекция печени.** По данным различных авторов, резекция печени после ПЭВВ выполняется примерно у 80% больных. Достаточной гипертрофии не удается достичь у 10-15%, а внепеченочное распространение опухоли или неудалимые метастазы в контралатеральной доле диагностируются к моменту операции у 5-10% пациентов [18,21,23]. При недостаточном объеме FRL целесообразно выполнить эмболизацию печеночной артерии, которая может усилить эффект ПЭВВ [42]. Для уменьшения объема опухоли, а также повышения эффективности ПЭВВ артериальную эмболизацию можно выполнить и за 2-4 нед до окклюзирования v.portae [21, 31,43].

Серьезных технических трудностей резекции, связанных с предварительной ПЭВВ, не наблюдается. Объем интраоперационной кровопотери не увеличивается, а в некоторых случаях даже уменьшается. Послеоперационный период протекает как после большой резекции печени. Печеночная недостаточность развивается у единичных пациентов [3]. Другие осложнения в виде плевропневмонии, билиарных фистул, тромбоза воротной вены, урогенитальной инфекции, ДВС-синдрома наблюдаются примерно с такой же частотой, как у больных без предварительной ПЭВВ. Отмечено, что осложнения чаще возникают в тех случаях, когда эффективность ПЭВВ была небольшой [17].

**Отдаленные результаты резекций** опубликованы пока не всеми авторами (табл.1). D.Eliasetal. [44] отметили, что после резекции в среднем 4-5 метастазов общая 5-летняя выживаемость 60 больных, включая два летальных исхода, составила 34% (для колоректальных метастазов 37%), а общая 5-летняя безрецидивная выживаемость 24%. По данным S.Kawasaki et al. [37], 11 из 12 пациентов после резекции опухоли Клацкина живы через 1-2 года, а 4 из 5 больных после резекции метастазов колоректального рака наблюдаются без рецидива в течение 3-6 лет. D. Seo et al. [45] удовлетворены 72% 5-летней выживаемости больных гепатоцеллюлярным раком, оперированных после ПЭВВ.

По данным E. Abdalla et al. [46], 3-летняя выживаемость больных гепатобилиарным раком после ПЭВВ и последующей резекции печени составила 65% и не отличалась от этого показателя у пациентов с меньшим

объемом опухоли, оперированных без ПЭВВ; медианы выживаемости обеих групп больных (40 против 52 мес.) также достоверно не различались.

E. Oussultzoglou et al. [47] отметили определенный цитостатический эффект ПЭВВ: внутривенное прогрессирование метастазов колоректального рака после резекции печени составило 26% по сравнению с 76% у оперированных без предварительной ПЭВВ.

Для пациентов, у которых диагностированы метастазы колоректального рака в обеих долях печени, D. Jaesketal. [48] предложили методику двухэтапной резекции печени. На первом этапе производят удаление небольших метастазов левой доли печени. Затем выполняют ПЭВВ правой воротной вены и правостороннюю гемигепатэктомию. Первые результаты лечения выглядят многообещающими: показатели 1-й 3-летней выживаемости составили 70% и 54% соответственно.

#### **Собственные данные.**

Мы располагаем опытом ПЭВВ у 51 больного злокачественными опухолями печени. Гипертрофия здоровой доли составила от 10% до 80% (в среднем 30%). Больных оперировали в период от 4 до 7 нед после ПЭВВ. Выбор того или иного эмболизата (гемостатическая губка, 96% этанол, липиодол, поливинилалкоголь, металлические спирали) большого значения не имел.

К настоящему времени оперирован 41 больной. Резекция печени выполнена у 38: стандартная правосторонняя гемигепатэктомию у 21, расширенная у 17 пациентов. Из них у 34 в послеоперационном периоде признаков печеночной недостаточности не наблюдалось, а у трех они легко купированы лекарственной терапией. Один больной, у которого объем «остающейся» печени увеличился после ЭВВ в два раза, но не достиг безопасных 30%, умер в послеоперационном периоде. В оставшихся трех случаях операция ограничилась эксплоративной лапаротомией из-за выявленного карциноматоза брюшины.

Не оперированы 8 пациентов из-за обнаружения метастазов в контралатеральную долю печени (n=5) или другие органы (n=3). Два больных готовятся к операции.

#### **Перспективы метода.**

В настоящее время операции, выполненные после предварительной ПЭВВ, составляют лишь 3-6% от всех резекций печени. В перспективе логичным выглядит более широкое применение ПЭВВ, особенно у больных с сопутствующим циррозом печени. Требуют дальнейшего изучения предварительные данные о возможном снижении интраоперационной кровопотери после ПЭВВ. Методика также представляется перспективной для использования при лечении доброкачественных опухолей и других очаговых поражений печени. Большой практический интерес вызывает комбинация селективной артериальной и внутривенной эмболизации, поскольку при этом теоретически возможно добиться 100% некроза опухоли печени. И наконец, эмболизация воротной вены может найти применение в качестве генной терапии заболеваний печени: на 7 сут. после процедуры уровень репликации гепатоцитов составляет 14% [49].

**Заключение.**

Обзор литературы и собственный опыт свидетельствуют о том, что ПЭВВ является технически простой и безопасной методикой, позволяющей снизить риск возникновения послеоперационной печеночной недостаточности при больших резекциях, тем самым повышая показатель резектабельности опухолей печени.

## Список литературы

1. Гранов А.М., Таразов П.Г., Гранов Д.А. Интервенционная радиология в комбинированном хирургическом лечении рака печени. *Вопр. онкол.* 2002; (48) 2: 480-488.
2. Zimmermann H., Reichen J. Hepatectomy: Preoperative analysis of hepatic function and postoperative liver failure - a review. *Dig. Surg.* 1998; (15) 1: 1-11.
3. Вишневский В.А., Назаренко Н.А., Икрамов Р.З., Тарасюк Т.И. Пути улучшения результатов обширных резекций печени. *Анн. хирургич. гепатол.* 2005; (10) 1: 12-17.
4. Azoulay D., Raccuia J.S., Castaing D., Bismuth H. Right portal vein embolization in preparation for major hepatic resection. *J. Amer. Coll. Surg.* 1995; (181) 3: 266-269.
5. Madoff D.C., Hicks M.E., Vauthey J.N. et al. Transhepatic portal vein embolization: Anatomy, indications, and technical considerations. *Radiographics* 2002; (22) 5: 1063-1076.
6. Wakabayashi H., Okada S., Maeba T., Maeta H. Effect of preoperative portal vein embolization on major hepatectomy for advanced-stage hepatocellular carcinomas in injured livers: A preliminary report. *Surg. Today* 1997; (27) 5:403-410.
7. Yamanaka N., Okamoto E., Kawamura E. et al. Dynamics of normal and injured human liver regeneration after hepatectomy as assessed on the basis of computed tomography and liver function. *Hepatology* 1993; (18) 1: 79-85.
8. Elias D., Cavalcanti A., de Baere T. et al. Resultats carcinologiques a long terme des hepatectomies realisees apres embolisation portale selective. *Ann. Chir.* 1999 (53) 7: 559-564.
9. Tanaka H., Hirohashi K., Kubo S., et al. Preoperative portal vein embolization improves prognosis after right hepatectomy for hepatocellular carcinoma in patients with impaired hepatic function. *Br. J. Surg.* 2000; (87) 7: 879-882.
10. Rous P., Larimore L. Relation of the portal blood to liver maintenance. *J. Exp. Med.* 1920; (31): 609-632.
11. Broering D.C., Hillert C., Krupski G. et al. Portal vein embolization vs portal vein ligation for induction of hypertrophy of the future remnant liver. *J. Gastrointest Surg.* 2002; (6) 6: 905-913.
12. Kinoshita H., Sakai K., Hirohashi K. et al. Preoperative portal vein embolization for hepatocellular carcinoma. *World J. Surg* 1986; (10) 5: 803-808.
13. Таразов П.Г. Предоперационная эмболизация воротной вены при опухолях печени (обзор литературы). *Вестн. хирургии* 2001; 1: 117-121.
14. Fusai G., Davidson B.R. Strategies to increase the respectability of liver metastases from colorectal cancer (review). *Dig. Surg.* 2003; (20) 6: 481-496.
15. Di Stefano D.R., de Baere T., Denys A. et al. Preoperative percutaneous portal vein embolization: Evaluation of adverse events in 188 patients. *Radiology* 2005; (234) 2: 625-630.
16. Nagino M., Kamiya J., Noshio H. et al. Two hundred forty consecutive portal vein embolizations before extended hepatectomy for biliary cancer: Surgical outcome and long-term follow-up. *Ann. Surg.* 2006; (243) 3: 364-372.
17. Ribero D., Abdalla E.K., Madoff D.C. et al. Portal vein embolization before major hepatectomy and its effects on regeneration, respectability and outcome. *Br. J. Surg.* 2007; (94) 11: 1386-1394.
18. Сергеев В.И. Роль предоперационных рентгеноэндоваскулярных вмешательств при первичном и метастатическом раке печени: Автореферат дисс. ... канд. мед. наук. СПб, 2006; 19.
19. Kubota K., Makuuchi M., Kosaka K. et al. Measurement of liver volume and hepatic functional reserve as a guide to decision-making in resectional surgery for hepatic tumors. *Hepatology* 1997; (26) 5: 1176-1181.
20. Elias D., de Baere T., Roche A. et al. During liver regeneration following right portal embolization the growth rate of liver metastases is more rapid than that of the liver parenchyma. *Br. J. Surg.* 1999; (86) 6: 784-788.
21. Imamura H., Shimada R., Kubota M. et al. Preoperative portal vein embolization: An audit of 84 patients. *Hepatology* 1999; (29) 4: 1099-1105.
22. Nagino M., Nimura Y., Kamiya J. et al. Selective percutaneous transhepatic embolization of the portal vein in preparation for extensive liver resection: The ipsilateral approach. *Radiology* 1996; (200) 2: 559-563.
23. Tarazov P.G., Granov D.A., Sergeev V.I. et al. Preoperative portal vein embolization for liver malignancies. *Hepato-gastroenterology* 2006; (53): 566-570.
24. Seymour K., Charnley R.M., Rose J.D.G. et al. Preoperative portal vein embolization for primary and metastatic liver tumours: Volume effects, efficacy, complications and short-term outcome. *HPB* 2002; (4) 1: 21-28.
25. Таразов П.Г., Гранов Д.А., Сергеев В.И. и др. Предоперационная эмболизация воротной вены при злокачественных опухолях печени. *Анн. хирургич. гепатол.* 2002; (7) 1: С.7-13.
26. Elias D., de Baere T., Roche A. et al. Preoperative selective portal vein embolizations are an effective means of extending the indications of major hepatectomy in the normal and injured liver. *Hepato-gastroenterology* 1998; (45) 19: 170-177.
27. Kodama Y., Shimizu T., Endo H., et al. Complications of percutaneous transhepatic portal vein embolization. *J. Vasc. Intervent. Radiol.* 2002; (13) 12: 1233-1237.
28. Nagino M., Ando M., Kamiya J., et al. Liver regeneration after major hepatectomy for biliary cancer. *Br. J. Surg.* 2001; (88) 8: 1084-1091.
29. Goto Y., Nagino M., Nimura Y. Doppler estimation of portal blood flow after percutaneous transhepatic portal vein embolization. *Ann. Surg.* 1998; (228) 2: 209-213.
30. Fujio N., Sakai K., Kinoshita H., et al. Results of treatment of patients with hepatocellular carcinoma with severe cirrhosis of the liver. *World J. Surg.* 1989; (13) 3: 211-218.

31. Yamakado K., Takeda K., Matsumura K. et al. Regeneration of the un-embolized liver parenchyma following portal vein embolization. *J. Hepatol.* 1997;(27) 5:871-880.
32. Kokudo N., Tada K., Seki M. et al. Proliferative activity of intrahepatic colorectal metastases after preoperative hemihepatic portal vein embolization. *Hepatology* 2001; (34) 2: 267-272.
33. Hayashi S., Baba Y., Ueno K. et al. Acceleration of primary liver tumor growth rate in embolized hepatic lobe after portal vein embolization. *Acta Radiologica* 2007; (48)7:721-727.
34. Назаренко Н.А., Вишневский В.А., Скуба Н.Д. и др. Портальная эмболизация (экспериментально-морфологическое исследование). *Хирургия* 2001; 4: 35-38.
35. Azoulay D., Castaing D., Smail A. et al. Resection of non-resectable liver metastases from colorectal cancer after percutaneous portal vein embolization. *Ann. Surg.* 2000; (231) 4:480-486.
36. Kawasaki S., Makuuchi M., Kakazu T. et al. Resection for multiple metastatic liver tumors after portal embolization. *Surgery* 1994; (115) 6: 674-677.
37. Kawasaki S., Makuuchi M., Miyagawa S., Kakazu T. Radical operation after portal embolization for tumor of hilar bile duct. *J. Amer. Coll. Surg.* 1994; (178) 5: 480-486.
38. Roche A., Soyer P., Elias D., et al. Pre-operative portal vein embolization for hepatic metastases. *J. Intervent. Radiol.* 1991, -(6) 1:63-66.
39. Shimamura T., Nakajima Y., Ueno Y. et al. Efficacy and safety of preoperative percutaneous transhepatic portal embolization with absolute ethanol: A clinical study. *Surgery* 1997; (121) 2: 135-141.
40. Wakabayashi H., Ishimura K., Okano K. et al. Is preoperative portal vein embolization effective in improving prognosis after major hepatic resection in patients with advanced-stage hepatocellular carcinoma? *Cancer* 2001; (92) 9: 2384-2390.
41. Beal I.K., Anthony S., Papadopoulos A. et al. Portal vein embolization prior to hepatic resection for colorectal liver metastases and the effect of periprocedure chemotherapy. *Br. J. Radiol.* 2006; (79) 942: 473-478.
42. Inaba S., Takada T., Amano H. et al. Combination of preoperative embolization of the right portal vein and hepatic artery prior to major hepatectomy in high-risk patients: A preliminary report. *Hepatogastroenterology* 2000; (47) 34: 1077-1081.
43. Ogata S., Belghiti J., Farges O. et al. Sequential arterial and portal vein embolizations before right hepatectomy in patients with cirrhosis and hepatocellular carcinoma. *Br. J. Surg.* 2006; (93) 9: 1091-1098.
44. Elias D., Ouellet J.F., de Baere T. et al. Preoperative selective portal vein embolization before hepatectomy for liver metastases: Long-term results and impact on survival. *Surgery* 2002; (131) 3: 294-299.
45. Seo D.D., Lee H.C., Jang M.K. et al. Preoperative portal vein embolization and surgical resection in patients with hepatocellular carcinoma and small future liver remnant volume: Comparison with transarterial chemoembolization. *Ann. Surg. Oncol.* 2007; (14) 12: 3501-3509.
46. Abdalla E.K., Barnett C.C., Doherty D. et al. Extended hepatectomy in patients with hepatobiliary malignancies with and without preoperative portal vein embolization. *Arch. Surg.* 2002; (137) 6: 675-680.
47. Oussoultzoglou E., Bachellier P., Rosso E. et al. Right portal vein embolization before right hepatectomy for unilobar colorectal liver metastases reduces the intrahepatic recurrence rate. *Ann. Surg.* 2006; (244) 1: 71-79.
48. Jaeck D., Oussoultzoglou E., Rosso E. et al. A two-stage hepatectomy procedure combined with portal vein embolization to achieve curative resection for initially unresectable multiple and bilobar colorectal liver metastases. *Ann. Surg.* 2004; (240) 6: 1037-1049.
49. Duncan J.R., Hicks M.E., Cai S.-R. et al. Embolization of portal vein branches induces hepatocyte replication in swine: A potential step in hepatic gene therapy. *Radiology* 1999; (210) 2: 467-477.