

КУЛЮШИНА Е. А.

Синдром изменения печеночного кровотока у больных с гепатитами В, С и циррозом печени

Кафедра лучевой диагностики Московского государственного медико-стоматологического университета

e-mail: bavgusta@mail.ru

Реферат

Приводятся данные исследования, характеризующего роль лучевых методов в изучении кровотока в сосудах печеночного бассейна у пациентов с хроническими вирусными гепатитами и циррозом. Рассматриваются возможности и ограничения эхографии в В-режиме и с применением доплеровских методик, спиральной компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии. Оценены параметры диагностической эффективности (чувствительность, специфичность, точность) методов медицинской визуализации в установлении цирроза.

Ключевые слова: цирроз печени, эхография, доплерография, диагностическая эффективность.

Kulyushina E. A.

Syndrome of change extrahepatic blood-groove at patients with chronic virus hepatitis B, C and cirrhosis of liver

Faculty of beam diagnostics of Moscow State Medical-stomatologic University

e-mail: bavgusta@mail.ru

Abstract

The given researches, describing a role of beam methods in studying a blood-groove in vessels of hepatic pool at patients with chronic virus hepatitis and cirrhosis are cited. Opportunities and restrictions ultrasound in B-mode and with application dopplertechniques, spiral computer tomography and magnetic-resonant tomography are considered. Parameters of diagnostic efficiency (sensitivity, specificity, accuracy) methods of medical visualization in an establishment of cirrhosis are estimated.

Keywords: cirrhosis of liver, ultrasound, dopplerography, CT, MRI, diagnostic efficiency.

Введение

При формировании цирроза печени, кроме размеров, структуры и функции, изменения претерпевает и ее сосудистое русло [6, 9]. Определение степени изменения параметров кровотока важно для установления степени тяжести состояния пациента, для выбора тактики лечения и прогнозирования течения заболевания [4, 10]. Для уточнения состояния сосудистого русла в печеночном бассейне применяются почти все методы медицинской визуализации [1, 3, 5, 7, 8, 11]. Однако роль их при определении параметров кровотока неодинакова [2, 5].

Цель исследования

Целью проведенной работы стало повышение эффективности лучевых методов исследования в диагностике изменений внутрипеченочного кровотока у пациентов с хроническими диффузными заболеваниями печени.

Материалы и методы исследования

Были обследованы 323 пациента с хроническими диффузными заболеваниями печени: 168 больных с гепатитами (69 с гепатитом В, 99 с гепатитом С), 48 – с циррозом А, 55 – с циррозом В и 52 – с циррозом С. Средний возраст пациентов с гепатитом составил $40,2 \pm 5,3$ года, с циррозом – $48,8 \pm 7,1$ года. Применены эхографические приборы Sequoia 512 (Acuson, США) и Sonoline-60 (Siemens, Германия) с использованием мультисекторных конвек-

сных трансдюсеров 2–5 МГц и линейного трансдюсера 5–8 МГц. КТ выполнена на аппаратах PQ-2000 (Picker, USA) и AVPS (Philips, Германия). МРТ проводилась на установке Polaris Vista (Picker, США) с напряженностью магнитного поля 1,0 Т. Изучались отнесенные к печеночным сосудистым структурам воротная вена, печеночные вены, общая печеночная артерия. В них измерялись диаметр, площадь сечения, скоростные показатели, данные по объемному кровотоку. Оценивалось состояние перипортальных тканей. Проводился прицельный поиск портосистемных и портосистемных шунтов.

Результаты исследования и их обсуждение

Изменения внутрипеченочной гемодинамики были выявлены у 147 (45,5%) пациентов: у 12 (17,4%) больных гепатитом В, у 33 (33,3%) пациентов с гепатитом С, у 102 (65,8%) с циррозом печени различной стадийности, т. е. нарушения достоверно чаще отмечались у больных с циррозом, чем хроническим гепатитом ($p < 0,05$).

Данные об изменении печеночного кровотока получены при применении эхографии как в серосканиальном диапазоне, так и с использованием доплеровских методик.

Исследование внутрипеченочной гемодинамики в В-режиме

При исследовании сосудов в В-режиме маркера-

ми изменения параметров кровотока служили увеличение диаметра портальной вены и печеночных вен, общей печеночной артерии. Так, при эхографии в В-режиме к признакам портальной гипертензии (ПГ) традиционно относится увеличение диаметра воротной вены более 14 мм, печеночных вен более 8 мм. Однако данные критерии непостоянны, и у 45,6 % больных с диагностированной ПГ размер воротной вены не превышал нормальных значений, что объясняется развитием коллатералей (табл. 1).

Установлено, что расширение элементов сосудистого русла при хронических гепатитах недостоверно. Также не выявлено достоверных различий в диаметрах сосудов у больных с циррозом стадий В и С. При статистической обработке данных достоверная разница в диаметрах сосудов установлена лишь

между группами пациентов с циррозом стадий А и С и между пациентами с гепатитами и циррозами.

Другими эхографическими признаками наличия портальной гипертензии были изменение очертания основного ствола воротной вены, появление высокоэхогенных сигналов вокруг воротной вены (перипортальный фиброз), увеличение размеров селезенки и асцит.

Ниже приведено диагностическое значение диаметров воротной вены и печеночной артерии при циррозе печени (табл. 2). Чувствительность критериев невелика, но высокая специфичность позволяет использовать показатели в практической работе.

По полученным в ходе исследования результатам удалось установить достоверное различие лишь между диаметром сосудов у пациентов с гепатита-

Диаметр некоторых сосудов у пациентов с хроническими гепатитами и циррозом (M±σ)

Исследуемый сосуд	Нозологическая форма				
	гепатиты (n=168)	цирроз печени (n=155)			p между гепатитами и циррозом
		A (n=48)	B (n=55)	C (n=52)	
Диаметр воротной вены (норма — до 14 мм)	13,4±0,18	16,1±0,19	16,5±0,24	17,0±0,04	p<0,005
Диаметр печеночных вен (норма — до 8 мм)	9,0±0,11	9,7±0,10	10,3±0,12	11,1±0,10	p<0,005
Диаметр общей печеночной артерии (норма — до 4 мм)	3,3±0,07	5,0±0,09	5,1±0,10	5,6±0,07	p<0,005

Здесь и далее измерение любого размера с точностью до долей миллиметра — условность, определяемая статистической обработкой.

Диагностическая значимость отдельных показателей портальной гемодинамики при ЦП

Показатель	Se	Sp	Ac
Диаметр воротной вены >16 мм	78,1	100,0	98,7
Диаметр общей печеночной артерии >5 мм	50,3	94,7	78,3

ми и циррозом стадий С — p<0,005. При сравнении данных между всеми иными группами достоверность различия была выше 0,05.

Ниже приводится клиническое наблюдение, демонстрирующее визуализацию в В-режиме признаков портальной гипертензии (рис. 1).

Исследование внутрпеченочной гемодинамики в цветовом режиме

При использовании цветовых режимов становится возможным определить значительно больше показателей, как, например, объемные и скоростные показатели кровотока, изменение направления

кровотока, наличие коллатералей.

Из 323 пациентов, обследованных в режиме цветового картирования, наличие шунтов в виде как порто-кавальных, так и порто-портальных анастомозов, установлено у 14 больных с циррозом В и С. Изменение направления кровотока в воротной вене с монофазного на двухфазный зарегистрировано у 12 больных. По данным литературы, для ХДЗП характерно снижение скоростных показателей в воротной и печеночных венах и повышение показателей резистивности в воротной и селезеночной венах.

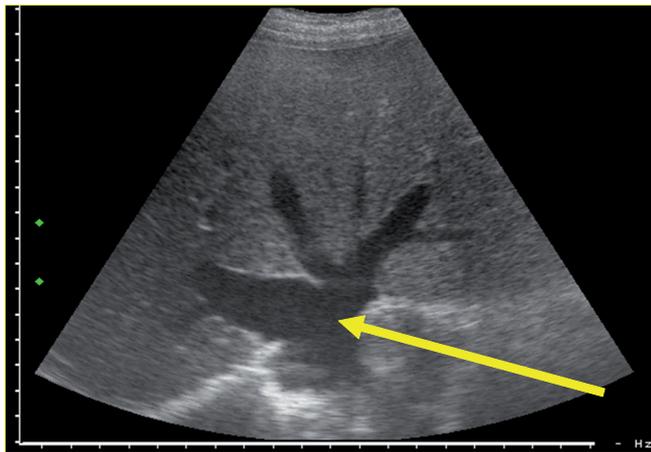


Рис. 1. Больной К., 32 года. Цирроз вирусного генеза стадии В по Чайлд–Пью. Фрагмент эхографического исследования в В-режиме. В области ворот печени определяется расширенная до 20 мм вена (стрелка)

УЗ-признаками изменения характеристик кровотока в доплеровских режимах у пациентов с хроническими гепатитами и циррозом стали снижение линейной и объемной скорости кровотока в воротной вене, увеличение средней и объемной скорости кровотока в общей печеночной артерии, уменьшение средней скорости кровотока в собственной печеночной артерии, увеличение индекса резистивности и пульсационного индекса в собственной печеночной артерии.

Большой разброс значений скоростей кровотока по данным УЗИ может объясняться различными стадиями заболевания, индивидуальными особенностями кровотока, ограничениями самого метода. Как известно, большое влияние на корректность измерения объемной скорости кровотока в сосуде имеет точность определения угла инсонации и расчета площади поперечного сечения сосуда. Ошибка в точности определения значения объемного кровотока быстро возрастает с увеличением угла инсонации и уменьшением диаметра сосуда. Определение средней скорости кровотока в настоящем исследовании проводилось по усреднению значений за 6–8 с. Это позволило избежать флуктуации скорости из-за дыхательных и двигательных движений пациента. Неоднократное измерение диаметра воротной вены и его усреднение снижало ошибку до значения менее 10 %.

Необходимо отметить, что скоростные характеристики значительно менялись, в некоторых наблюдениях почти в 1,5 раза, в зависимости от приема пищи, дыхательной активности, времени обследования пациента. Так, при осмотре в первой и во второй половине дня у одного и того же пациента в течение одного-двух дней показатели скорости кровотока в воротной вене отличались на 54–71 %. Для предотвращения связанных с этим погрешностей все исследования выполнялись в первой половине дня строго натощак.

Была прослежена динамика нарушения внутрипеченочного кровотока по мере прогрессирования

заболевания. Так, у пациентов с ХГ отмечалось расширение портальной вены с замедлением линейной скорости по ней, тенденция к уменьшению объемного кровотока по воротной вене. Со стороны собственной печеночной артерии — увеличение индекса резистивности без существенных изменений со стороны скоростных показателей. Однако все указанные параметры достоверно от нормы не отличались.

У больных с начальными признаками цирроза печени вышеуказанные изменения усугублялись и прогрессировали. У большинства пациентов визуализация стенок ветвей воротной вены была затруднена. Определялись признаки изменения портальной гемодинамики. К ним были отнесены увеличение диаметра воротной вены, площади ее поперечного сечения, уменьшение линейных скоростей кровотока в воротной вене. Все вышеуказанные изменения прогрессировали по мере возрастания стадии цирроза, присоединения синдрома портальной гипертензии, варикозного расширения вен пищевода, более характерных для стадий В и С по критериям Child–Pugh.

При ЦП стадии А по Child–Pugh выявлено достоверное по сравнению с ХГ увеличение диаметра портальной вены, собственной печеночной артерии, имелась тенденция к замедлению скорости кровотока по воротной вене. По сравнению с нормой увеличился пульсационный индекс печеночной артерии (1,27 и 1,64 соответственно; $p < 0,05$).

При циррозе печени стадии В, по данным доплеровского исследования портальной гемодинамики, отмечалось достоверное замедление скорости в воротной вене и увеличение скоростных показателей собственной печеночной артерии. Однако эти изменения не носили статистически достоверных различий со стадией А ЦП. В то же время сопоставление этих показателей у больных хроническим гепатитом и циррозом стадии В позволило говорить о существенных изменениях печеночной гемодинамики. Они выражались в виде расширения венозного русла (портальной и печеночных вен) с замедлением скорости кровотока по воротной вене и увеличения артериального компонента в кровотоке в печени (табл. 3).

Если на стадии цирроза А происходило только увеличение диаметра собственной печеночной артерии, то на стадии В зафиксировано достоверное возрастание линейных скоростей кровотока. Наибольшее значение для диагностики цирроза данной стадии имело снижение линейной скорости кровотока в основном стволе воротной вены. Снижение объемной скорости кровотока в воротной вене обладало невысокой диагностической ценностью. Корреляции между скоростью воротного кровотока и степенью изменения биохимических показателей крови (для АЛТ, АСТ, общего билирубина) в проведенном исследовании не выявлено. При сформированном циррозе (стадия В) двухфазный кровоток отмечался у 10 (18,1%), монофазный — у 7 (12,7%) больных.

У пациентов с циррозом печени стадии С от-

Таблица 3

Показатель	Сосуд					
	ВВ (воротная вена)		ОПА (общ. печ. арт.)		ПВ (печ. вены)	
	гепатиты	циррозы	гепатиты	циррозы	гепатиты	циррозы
Диаметр, мм	10,3±1,2	15,7±2,1*	4,2±1,0	5,7±1,2*	6,3±1,2	9,8±1,1*
Площадь, мм ²	83,3±9,3	237,7±11,1*	13,5±2,0	24,8±4,1*	31,1±4,2	47,8±4,1*
Vmax	44,1±4,5	27,2±2,4**	81,4±9,3	105,8±11,0**	34,2±3,1	20,3±0,9
Vmin	38,7±1,3	25,3±1,2**	58,3±2,1	46,4±6,2**	19,8±2,6	12,5±0,6
TAMX	39,2±3,2	26,4±3,1**	76,3±9,8	95,4±9,6**	23,6±2,8	17,6±3,2
PI	1,44±0,11	1,85±0,21**	1,34±0,44	1,83±0,32*	1,16±0,12	1,02±0,14*
RI	0,29±0,03	0,45±0,02**	0,67±0,08	0,71±0,05**	0,51±0,09	0,36±0,03*
Vvol, мл/мин	1011,0±51,1	893,4±82,1**	702,6±62,1	867,4±91,1**	733,2±32,1	641,3±21,5*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ — статистически достоверные изменения доплерографических показателей у больных с циррозом по сравнению с данными, полученными у больных с хроническими гепатитами.

мечено достоверное по сравнению с больными гепатитами увеличение диаметра собственной печеночной артерии с тенденцией к увеличению ее скоростных показателей. В обследуемой группе не зарегистрировано снижение скорости в портальной вене. Отмечено достоверное ($p < 0,05$) увеличение показателей объемного кровотока по портальной вене. На стадии цирроза С проведение исследования в режиме ЦДК обнаружило аномальное направление кровотока в воротной вене у 18 (34,6 %) больных, двухфазный кровоток отмечался у 14 (26,9 %), монофазный — у 9 (17,3 %).

Изменения, обнаруженные в печеночных венах, были представлены расширением их просвета, снижением скорости кровотока при прогрессировании цирроза и изменением характера спектра кровотока с W-образного на монофазный.

На рис. 2 представлена визуализация кавернозной трансформации воротной вены в доплеровском режиме.

Результаты проведенного исследования позволили сделать вывод о том, что параметры кровотока у больных с циррозом печени изменяются неодинаково. При циррозах статистически достоверно изменялись лишь диаметр воротной вены, максимальная и объемная скорости кровотока в ней. Наиболее высокие показатели диагностической эффективности имела максимальная скорость кровотока: при Vmax ВВ < 18 см/с Se=88,3 %, Sp=100,0 %, Ac=95,2 %).

Анализ полученных результатов не выявил корреляции между параметрами кровотока в воротной вене и биохимическими показателями функции печени у пациентов с гепатитами и циррозом стадии А. На более поздних стадиях цирроза установлена корреляционная зависимость между объемной скоростью кровотока и показателями общего билирубина. Остальные биохимические параметры (АСТ,

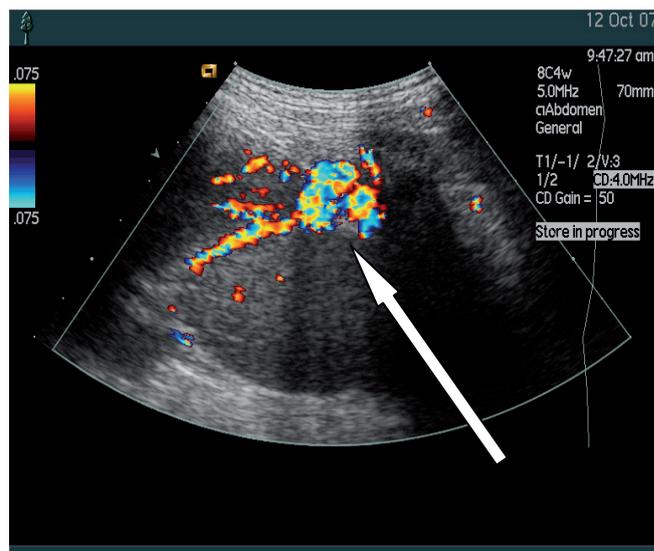


Рис. 2. Больной П., 23 года. Цирроз печени стадии С вирусного генеза. Фрагмент эхографического исследования в доплеровском режиме. В воротах печени определяются мозаичные цветные сигналы от кавернозно трансформированной воротной вены (стрелка)

АЛТ, прямой и непрямой билирубин, холестерин, желчные пигменты и т. д.) и параметры портального кровотока (пульсационный индекс и индекс резистентности, максимальная и минимальная скорости кровотока) корреляции не имели.

Исследование внутривенной гемодинамики при СКТ

В качестве КТ-признаков прогрессирования ХДЗП рассматривались расширение диаметров воротной вены, печеночных вен, общей печеночной артерии, раннее контрастирование воротной вены (табл. 4).

Таблица 4

Показатель	Нозологическая форма					Р между гепатитами и циррозами
	гепатит В (n=6)	гепатит С (n=11)	цирроз печени			
			А (n=21)	В (n=39)	С (n=34)	
Диаметр воротной вены	1,15±0,05	1,19±0,07	1,60±0,32	1,75±0,24	1,69±0,26	>0,05
Диаметр печеночных вен	1,01±0,08	1,02±0,09	1,11±0,05	1,26±0,09	1,29±0,02	<0,05
Диаметр общей печеночной артерии	0,48±0,06	0,49±0,09	0,48±0,09	0,48±0,08	0,7±0,07	<0,05

Из данных табл. 4 видно, что при гепатитах диаметр сосудов изменялся незначительно, что не позволило оценить ни тип заболевания, ни его длительность, ни какие-либо прогностические особенности. При циррозе печени с усугублением стадии прогрессивно, но незначительно увеличивался диаметр печеночной артерии и печеночных вен. Диаметр воротной вены имел тенденцию к уменьшению в стадии цирроза С.

Отмечено, что увеличение диаметра воротной вены у больных с гепатитами встречалось редко, а у больных с циррозом диаметр вены имел тенденцию к прогрессирующему увеличению с утяжелением стадии заболевания. Характерно, что значительное увеличение размеров печеночной артерии выявлено именно при стадии С, что согласуется с данными доплерографии портальной системы у этой группы обследуемых.

СКТ в нативном режиме и с болюсным контрастированием позволила выявить прогрессирующее уменьшение портального кровотока и увеличение артериального (артериализация кровотока печени) при сравнении больных с хроническим гепатитом и развитым циррозом. Получение более ранних показателей времени поступления контраста в печеночные вены может объясняться развивающимися при циррозах внутри- и внепеченочными гемодинамическими изменениями. Благодаря внутривеночным шунтам часть крови с контрастом попадает в печеночные вены, минуя систему печеночных синусоидов, что также сокращает время транзита препарата. Однако визуализация самих внутривеночных шунтов при проведении СКТ была затруднительна, об их наличии позволили судить только косвенные характеристики кровотока, в частности, скорость поступления контраста в печеночные вены.

Исследование внутривеночной гемодинамики с применением МРТ

По результатам МРТ увеличение диаметра воротной вены выявлено у 5 (2,9 %) больных с хроническим гепатитом, а при терминальной стадии цирроза этот показатель возрос почти на порядок,

до 24,5 % (38 пациентов).

МРТ позволила оценить и состояние внутривеночной гемодинамики. Проведение исследования с контрастированием выявило зоны нарушенной перфузии у больных с циррозом печени стадии А в артериальную фазу в 2 раза чаще (45,5 %), чем у пациентов с хроническим гепатитом. В портальную фазу контрастирования участки нарушенной в артериальную фазу перфузии приобретали повышенную плотность. Контрастирование препаратами гадолиния выявило необнаруженные при нативном исследовании зоны нарушенной перфузии при сформировавшемся циррозе: в артериальную фазу исследования у 22 (40,0 %) больных с ЦП стадии В имели место участки повышенной плотности преимущественно по периферии печени, которые в портальную фазу становились обычными по протонной плотности. В отличие от больных с ЦП стадии А, где также наблюдались указанные зоны, в данной группе они не были единичными. На терминальной стадии цирроза невидимые при нативном исследовании зоны нарушенной перфузии были выявлены у 22 (42,3 %) человек в артериальную фазу исследования, в 20 случаях имелись изменения одновременно в 2 сегментах клиновидной формы размера от 20 до 50 мм.

Комплексная МРТ с применением контрастной МРА позволила установить, кроме расширения воротной и печеночных вен, повышение интенсивности сигнала от них на T2-ВИ и визуализировать сформированные портосистемные коллатерали. Данные о величине просвета исследуемых сосудов приведены в табл. 5.

Согласно данным проведенного исследования, изменение диаметра сосудов при заболеваниях печени происходит неодинаково. При гепатитах практически неизменными остаются и диаметр печеночной артерии, и диаметр воротной и печеночных вен. При циррозе печени диаметр печеночной артерии изменяется лишь на стадии цирроза С. Диаметр воротной вены значимо увеличивался также лишь у пациентов с последней стадией цирроза. Диаметр печеночных вен начинает изменяться уже на стадии

Диаметр изучаемых сосудов печеночного бассейна по данным СКТ (n=111), мм

Таблица 5

Показатель	Нозологическая форма					Р между гепатитами и циррозами
	гепатит В (n=6)	гепатит С (n=12)	цирроз печени			
			А (n=10)	В (n=18)	С (n=21)	
Диаметр воротной вены (норма — до 14 мм)	14,2±1,1	14,4±1,2	14,9±0,2	15,0±1,2	16,9±2,6	<0,05
Диаметр печеночных вен (норма — до 9 мм)	9,0±0,3	9,2±0,3	11,2±0,3	12,1±0,9	12,2±0,8	>0,05
Диаметр общей печеночной артерии (норма — до 5 мм)	4,1±0,9	4,3±0,9	4,2±0,2	4,7±0,3	7,0±0,7	>0,05

Диаметр некоторых сосудов у пациентов с хроническими гепатитами и циррозом (M±σ), мм

Таблица 6

Исследуемый сосуд	Нозологическая форма					
	гепатиты		цирроз печени (n=49)			
	В (n=6)	С (n=12)	А (n=10)	В (n=18)	С (n=21)	р между гепатитами и циррозом
Расширение воротной вены >14	—	1 (5,5%)	4 (40,0%)	6 (33,3%)	9 (42,9%)	>0,05
Расширение печеночных вен >8	—	1 (5,5%)	6 (60,0%)	10 (55,5%)	13 (61,9%)	>0,05

Эффективность различных методов лучевой диагностики в установлении изменений внутривенной гемодинамики

Таблица 7

Метод исследования	Se	Sp	Ac
УЗИ	91,9	96,8	94,1
СКТ	83,8	92,2	87,1
МРТ	72,4	88,7	83,2
РНДИ	Точной информации по признаку метод не предоставляет		

цирроза А и прогрессивно увеличивается по мере утяжеления степени заболевания (табл. 6).

Расширение венозного русла печени наблюдалось преимущественно у больных в стадиях цирроза А и С. Среди пациентов со стадией В было несколько меньше больных с изменением диаметра изучаемых сосудов.

Состояние внутривенной гемодинамики по данным сцинтиграфии

Радионуклидное исследование не позволило выявить изменения нарушений печеночного кровото-

ка. Судить об измененном кровоснабжении печени можно было лишь косвенно, по снижению накопления препарата в паренхиме. Очаговое распределение (дефекты накопления РФП) обусловлено локальным нарушением кровообращения в печени. Снижение накопления препарата, его неравномерность накопления, «усиление» захвата РФП левой долей печени прогрессировало при переходе от гепатита к циррозу.

В целом информативность методов лучевой диагностики в выявлении нарушений внутривенной

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

ной гемодинамики представлена в таблице 7.

Из данных, приведенных в таблице, видно, что не все лучевые методы исследования позволяли точно определить характер и степень изменения внутрипеченочного кровотока.

Выводы

Проведенный анализ диагностической значимости различных методов в оценке нарушения внутрипеченочного кровотока у пациентов с хроническими гепатитами и циррозом показал наиболее высокую эффективность УЗИ в режиме доплеро-

графии. КТ позволила оценить наличие и выраженность изменений внутрипеченочной гемодинамики по феномену «раннего контрастирования ствола воротной вены», а также обнаружить артериализацию печеночного кровотока у больных с циррозом печени. Преимуществами МРТ с контрастным усилением являются оценки внутрипеченочной гемодинамики с выявлением зон нарушения перфузии. Радионуклидное исследование позволило вынести заключение о нарушении внутрипеченочного кровотока лишь косвенно по снижению и дефектам накопления препарата в паренхиме.

Литература

1. Березин, С. М. Контрастная магнитно-резонансная вено-портнография при заболеваниях печени / С. М. Березин [и др.] // *Мед. визуализация*. — 1999. — № 2. — С. 37–40.
2. Борисов, А. Е. Оценка эффективности доплерографии у больных диффузными заболеваниями печени с синдромом портальной гипертензии / А. Е. Борисов // *Вестник хирургии*. — 2002. — № 2. — С. 26–31.
3. Знаменский, И. А. Определение стадии портальной гипертензии при радионуклидной гепатографии / И. А. Знаменский, Н. А. Постнова, Я. Б. Гофман // «Современные технологии в клинической медицине: материалы конф. М., 8–10 окт. 2003 г. — М., 2003. — С. 61.
4. Мизандари, М. Допплерографические критерии кровотока портальной вены при хронических гепатитах и циррозах и их связь с биохимическими параметрами печени / М. Мизандари [и др.] // *Мед. визуализация*. — 2001. — № 4. — С. 111–115.
5. Мизандари, М. Комплексная лучевая диагностика диффузной патологии печени (жировой гепатоз, хронический гепатит, цирроз) / М. Мизандари [и др.] // *Мед. визуализация*. — 2002. — № 1. — С. 60–66.
6. Митьков, В. В. Оценка портального кровотока при циррозе печени / В. В. Митьков [и др.] // *Ультразвуковая диагностика*. — 2000. — № 4. — С. 10–17.
7. Митьков, В. В. Неинвазивная доплерографическая диагностика цирроза печени на основе анализа времени поступления эхоконтрастного вещества в печеночные вены / В. В. Митьков [и др.] // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. — 2002. — № 2. — С. 14–18.
8. Черемисинов, О. В. Компьютерно-томографическая волюметрия при исследованиях печени / О. В. Черемисинов // *Материалы форума «Радиология-2004»*. М., 18–21 мая 2004 г. — М., 2004. — С. 258.
9. von Herbay, A. Color Doppler sonographic evaluation of spontaneous portosystemic shunts and inversion of portal venous flow in patients with cirrhosis / A. von Herbay, T. Frieling, D. Haussinger // *J. Clin. Ultrasound*. — 2000. — № 28 (7). — P. 332–339.
10. Wachsberg, R. H. Hepatofugal flow in the portal venous system: pathophysiology, imaging findings, and diagnostic pitfalls / R. H. Wachsberg [et al] // *Radiographics*. — 2002. — № 22 (1). — P. 123–140.
11. Finn, S. P. Imaging of the portal venous system in patients with cirrhosis: MR angiography, US duplex Doppler sonography / S. P. Finn [et al] // *A.R.J.* — 1993. — Vol. 161. — P. 989–994.