

УДК: 616.36-002.17-07

## ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЭЛАСТОГРАФИИ

Невзорова М.С.<sup>1</sup>, Высотин С.А.<sup>1</sup>, Сайфитова А.Т.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера Минздрава России, Пермь, Россия 614000, Пермь, ул. Петропавловская, 26), e-mail: dr.vysotin2009@yandex.ru

Невзорова М.С. (Nevzorova M.S.) – кандидат медицинских наук, доцент кафедры клинической лабораторной диагностики дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России.

Высотин С.А. (Vysotin S.A.) – студент медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России.

Сайфитова А.Т. (Sayfitova A.T.) – студентка медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России.

Для корреспонденции: Высотин Сергей Александрович, 614000, г. Пермь, ул. Петропавловская 26, e-mail: dr.vysotin2009@yandex.ru, тел: 89194787742.

Специальность 14.03.10

В последние годы рост количества больных с хроническими диффузными заболеваниями печени ставит перед врачами разных специальностей задачи, точной диагностики и мониторинга фиброзного процесса в органе. В подавляющем большинстве случаев неинвазивная диагностика диффузных изменений паренхимы печени в клинической практике строится на основании данных ультразвукового исследования. Однако этот метод обладает рядом существенных недостатков – субъективностью, зависимостью от опыта специалиста, и позволяет ответить лишь на вопросы о неоднородности структуры, формы и размерах печени. «Золотым» стандартом диагностики патологии печени является выполнение пункционной биопсии с последующим гистологическим исследованием. Данный метод диагностики является инвазивной процедурой, сопровождается высоким риском развития внутрибрюшного кровотечения и инфекционных осложнений. Именно поэтому все большее применение получают неинвазивные методы исследования структуры ткани печени - технология ультразвуковой эластографии. Данный метод, используя давно известные физические принципы в сочетании с современными высокоточными технологиями, позволяет получить достоверную информацию о состоянии ткани печени в высоком разрешении и за короткое время. Точная и своевременная диагностика степени поражения печени позволит проводить адекватное лечение, повышая шансы на излечение больного.

Ключевые слова: диагностика, фиброз печени, неинвазивные методы, эластография, фиброскан

## POSSIBILITIES OF THE ELASTOGRAFIYA MODERN METHODS

Vysotin S.A., Sayfitova A.T., Nevzorova M.S.

*Acad. E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia*

In recent years body height of number of patients with chronic diffuse diseases of a liver sets for doctors of different specialties tasks, precise diagnostics and monitoring of fibrous process in body. In most cases noninvasive diagnostics of diffuse changes of a parenchyma of a liver in clinical practice is based on the basis of data of ultrasonic investigation. However this method possesses a number of essential shortcomings – subjectivity, dependence on experience of the expert, and allows to answer only questions of inhomogeneity of structure, a form and the liver sizes. The "gold" standard of diagnosis of pathology of a liver is realization of a puncture biopsy with the subsequent histologic research. This method of diagnostics is the invasive procedure, is followed by high risk of development of intra belly bleeding and infectious complications. For this reason all big application is received by noninvasive research techniques of structure of tissue of liver - technology of an ultrasonic elastografiya. This method, using the known physical principles in combination with the modern high-precision technologies long ago, also short time allows to obtain reliable information about a condition of tissue of liver in high-res. Precise and well-timed diagnostics of extent of damage of a liver will allow to carry out adequate treatments, increasing chances of treatment of the patient.

**Keywords: diagnostics, liver fibrosis, noninvasive methods, elastografiya, FibroScan**

В современном мире все большее значение приобретает проблема своевременной диагностики и лечения хронических диффузных болезней печени, ключевую роль, в патогенезе которых, играют стеатоз и фиброз печени. Стеатоз печени характеризуется превышением содержания липидов в гепатоцитах более 5 % массы печени. Методы выявления стеатоза печени можно разделить на инвазивные, малоинвазивные и неинвазивные. Из-за минимальной клинической картины наибольшую трудность представляет определение уровня поражения печени, то есть характер морфологических изменений. Несмотря на огромное разнообразие этиологических факторов, приводящих к развитию поражения печени, важной представляется общность патогенеза болезней печени, протекающих в последовательных стадиях. Различаются только пусковые механизмы и преобладающие исходы. Независимо от этиологического фактора в основе патогенеза всех хронических заболеваний печени лежат процессы фиброгенеза [1,2,10,21,27]. Наличие или отсутствие фиброза печени, определение его стадии играет решающую роль для стратификации диагноза, определения объема лечения и представлений о прогнозе хронических болезней печени вне зависимости от их этиологии. Морфологическое исследование ткани печени до настоящего времени являлось единственным методом исследования, позволяющим оценить степень фиброза. Среди морфологических критериев наиболее широко применяются критерии степени активности гепатита и выраженности фиброза печени, разработанные в 1994 г. французскими гепатологами и морфологами Р.

Bedossa и Т. Poynard в составе French METAVIR Cooperative Study Group. В соответствии с этими критериями выделяют следующие стадии фиброза: F0 — отсутствие фиброза, F1 — расширение портальных трактов без формирования септ, F2 — портальный фиброз в сочетании с единичными септами, F3 — портальный фиброз в сочетании со множественными септами, без ложных долек, F4 — цирроз печени [28].

«Золотым стандартом» оценки стадии фиброза является инвазивный способ исследования — биопсия, но при данном методе исследования, высокая вероятность получения ложного результата. Это связано с тем, что жировая инфильтрация печени — понятие динамическое (она может, как развиваться, так и регрессировать, может носить и диффузный и очаговый характер). Так как биоптат всегда представляет собой ограниченный участок ткани печени, то и полученные данные всегда достаточно условны и соответствуют состоянию лишь одного, локализованного участка органа. К сожалению сама биопсия опасна осложнениями, это противоречит постулату о том, что метод исследования не должен превышать опасность от самого заболевания [3].

В настоящее время наибольшее распространение получила технология ультразвуковой эластографии – визуализация тканей и органов с отображением различия эластичности или жесткости (обратной характеристики) патологических и непатологических тканей на основе оценки локальной деформации при заданном механическом воздействии или вибрации. Жесткость ткани, как и эластичность, оценивается по сдвигу и деформации структуры в ответ на физическую нагрузку или же в результате анализа сдвиговых волн, появляющихся при этом. Из-за различной эластичности ткани характеризуются различной степенью деформации. В результате механического воздействия на ткани, в получаемом изображении более эластичные ткани деформируются сильнее, в то время как жесткие – в меньшей степени. Данный принцип, по которому работает данный метод, применяется в медицине уже очень давно, но только в современном мире появилась возможность получать информацию о жесткости и эластичности тканей с высокой точностью, так как появились современные высокотехнологичные диагностические аппараты [4,7,11].

Первые доклады о применении эластографии в медицине опубликованы в конце прошлого века. В своем начале данная технология нашла применение в диагностике опухолей печени. Так как ультразвуковая эластография является новым методом диагностики, важное значение имеет понимание физических принципов реализации методики исследования, с которыми необходимо познакомиться каждому специалисту. Информативность эластографии характеризуется тем, что патологические ткани, как правило, имеют более твердую структуру, чем нормальные ткани. В то время как на

изображении обычного ультразвукового обследования они практически неразличимы. Диффузные изменения тканей органа такие, как цирроз печени, дифференциация которого сложна при использовании простой ультразвуковой диагностики, могут быть установлены благодаря оценке эластичности тканей. Эластичность тканей органа проходит оценку с помощью различных показателей, в том числе, с помощью модуля Юнга - коэффициента, который характеризует упругость. Следует, помнить, что количественно величина модуля Юнга пропорциональна жесткости ткани: чем больше его величина, тем больше жесткость ткани. Вязкость тканей – трение внутри органа, появляющиеся при движении рядом лежащих слоев ткани друг относительно друга, которое характеризует процесс деформации. Поэтому при оценке деформации следует учитывать модуль сдвига G. Несмотря на то, что точная оценка модуля Юнга невозможна, вследствие зависимости от времени и неизвестности области локального давления, тем не менее, с ее помощью может быть оценено различие твердости соседних тканей с высокой точностью [13,16,18,24]. При практическом применении используется двумерная картина распространения деформации, называемая эластограммой. Методы эластографии можно классифицировать в зависимости от способа создания деформаций и методов оценки результата следующим образом [23]:

1. Статистическая (квазистатическая) эластография, по другому компрессионная эластография с оценкой деформации тканей органа и возможностью оценки соотношения величин деформации в разных участках зоны исследования.

2. Динамическая эластография с применением:

- механического импульсного давления, с использованием сдвиговых волн, которые возникают при этом;
- акустического радиационного давления (ARFI), создаваемого длинным ультразвуковым сигналом и последующей оценкой образующихся продольных деформаций;
- акустических радиационных импульсов давления (ARFI), создаваемых ультразвуковыми сигналами, сфокусированными на разную глубину, с дальнейшей оценкой скорости сдвиговых волн.

Дополнительно используют термин вибрационная эластография. Метод вибрационной эластографии в основном похож на выше перечисленные методики динамической эластографии и используют аналогичные способы воздействия на ткани и способы обработки.

При использовании **компрессионной (квазистатической) эластографии** оценка эластичности тканей проводится путем сравнения изображений до и после сжатия тканей. Возможны различные способы реализации метода в зависимости от того, каким образом

создаются механические напряжения в тканях и от метода оценки результата. Воздействия могут создаваться за счет применения внешней силы, равномерной статической или периодическим воздействием с низкой частотой - динамической. Движение датчика при сдавливании сложно обеспечить точно в осевом направлении, к тому же деформация при воздействии возникает не только в осевом направлении. Однако именно осевую деформацию проще всего оценить с высокой точностью. Поперечную деформацию и деформацию по толщине также необходимо оценивать, чтобы улучшить результат оценки. На основе анализа полученных данных строится двумерная картина, отображающая распределение локальной деформации в виде оттенков серой или цветной шкалы. Для оценки максимума смещения применяют поиск наибольшей взаимосвязи. В обоих случаях необходимо, чтобы величина локальной деформации не превышала 1-2%, в противном случае, возникает неоднозначность оценки относительного смещения [6,9]. Если в процессе В-режима сканирования использовать пересечение двух лучей, то можно оценить поперечное смещение взаимосвязанных участков и таким образом определить поперечную деформацию, что позволит получить более точную картину локальных изменений.

К сожалению, данный метод имеет свои недостатки, связанные с его особенностями: невозможно получить количественную оценку жесткости ткани с помощью модуля Юнга, упругость ткани в различных направлениях неодинакова, чувствительность теста уменьшается с глубиной проникновения, результат зависит от силы и направления сжатия, возможный дискомфорт и болевые ощущения пациента. Правильное разьяснение эластограмм часто осложнено из-за наличия шумов или изображение получается сомнительного качества. Причиной этому часто служит чрезмерное давление, прикладываемое к тканям, которое снижает четкость границ локализации и иногда вызывает боковое смещение, порождающее артефакты. Если использовать кросскорреляционный алгоритм, то слишком слабое давление также может порождать отклонения в виде некорректных изображений. Несмотря на перечисленные трудности получения информативной компрессионной эластограммы, данный метод эластографии дает возможность избежать проведения биопсии более чем в 15% случаев обнаружения жестких образований печени [20,22].

Метод **динамической эластографии** характеризуется использованием поперечных упругих волн, распространяющихся, как правило, в твердых телах – сдвиговых волн. В мягких биологических тканях при определенных условиях они также могут возникать в силу особых свойств биологических тканей, обусловленных вязкостью. Именно поэтому, в среде без вязкости, например жидкой, сдвиговые волны возникать не будут. Смещение частиц

среды и сопровождающая это деформация происходят в поперечном направлении относительно направления распространения воздействия [25,26]. Этим сдвиговые волны отличаются от продольных волн, которые излучаются датчиком в классической ультразвуковой диагностике. В продольных волнах периодическое смещение частиц происходит вдоль той же оси, что и распространение волн. Если в направлении излучения ультразвукового датчика создать давление определенной силы, то в поперечном направлении возникает и распространяется сдвиговая волна. В обычном варианте создается единичная нагрузка в узкой области с помощью механического поршня. Вместо механического воздействия можно использовать акустический импульс, создаваемый датчиком и направленный вовнутрь тканей. Этот импульс создает заданное акустическое давление, величина которого напрямую зависит от энергии импульса. Измерив скорость распространения сдвиговой волны, можно узнать количественную оценку модуля Юнга и, как следствие, количественно установить жесткость ткани [8]. Это большое преимущество эластографии сдвиговых волн по сравнению с другими методами эластографии.

Впервые метод эластографии сдвиговых волн был реализован в системе FibroScan для исследования печени. В данном методе используется специальный ультразвуковой датчик, находящийся на круглой поверхности небольшого поршня, который совершает периодическое механическое воздействие на поверхность кожи пациента. Вокруг поршня образуется кольцевая сдвиговая волна. Эта кольцевая сдвиговая волна также движется по направлению оси поршня, но с более медленной скоростью, примерно равной скорости поперечной сдвиговой волны. Одномерный датчик, работая в М-режиме, может наблюдать перемещение вглубь максимума сдвиговой волны за счет взаимосвязанной обработки принятых эхо-сигналов, которые получает в результате последовательного излучения зондирующих сигналов. Метод может применяться для диагностики цирроза печени, фиброза и других, изменений структуры ткани печени [5]. Серьезным недостатком метода диагностики является невозможность получения двумерной картины с высокой разрешающей способностью. К сожалению, метод имеет и другие недостатки: сдвиговая волна не может проходить через жидкие структуры, попадающиеся на пути луча, возникает трудность получения информации у пациентов с ожирением, результат диагностики зависит от выбора частоты работы поршня. В то время достоинством метода является малое влияние на механический и тепловой индексы системы [19]. Определенное улучшение метода достигается за счет технологии контролируемой вибрации – Vibration-Controlled Transient Elastography (VCTE™). При этом контролируется как частота вибрации механического вибратора, так и интенсивность и прикладываемое усилие изменяется в зависимости от

пациента (ребенок или взрослый) и применяются стандартизованные алгоритмы обработки полученных данных [15,17].

Альтернативой методу механического воздействия с целью получения сдвиговых волн является метод создания акустического радиационного давления с использованием мощного ультразвукового импульса. Акустический импульс дает возможность создать зону продольной деформации в наиболее узком направлении, чем импульс, который создается механическим способом. Акустический импульс также используют для получения сдвиговых волн. В этом случае есть возможность локально оценить модуль Юнга за счет измерения скорости сдвиговой волны на заданной глубине и, как следствие, оцениваем жесткость локального участка печени [12]. Системы с данной технологией обеспечивают фокусировку акустического импульса на различную глубину, если переключать расположение фокуса импульса с высокой скоростью. Это дает важное преимущество перед механическим способом исследования. Метод создания акустического радиационного давления можно отнести к динамическим, имеет некоторые преимущества перед обычным компрессионным способом построения эластограммы: более высокое разрешение и меньше причин для образований аномалий, большее отношение сигнал/шум, более лучший контраст эластограммы. Во время обследования печени при использовании перефокусируемого радиационного импульса не возникает проблем, связанных с наличием жидкости (асцитов), и меньше ограничений при исследовании пациентов с ожирением [1,10]. Благодаря сверхбыстрому сканированию есть возможность построения не только двумерных, но и трехмерных эластограмм. К недостаткам метода можно отнести: контраста изображения зависит от поглощения и отражения локальной области, а также, при использовании мощных радиационных импульсов приводит к перегреву датчика, что делает невозможным получить высокую частоту кадров. Пространственная разрешающая способность эластограмм сдвиговых волн немного меньше чем у компрессионного метода, однако, не содержит аномалий, которые могут возникать при использовании метода компрессии. И, конечно, важным преимуществом использования сдвиговых волн является возможность получение оценки величины модуля Юнга. Помимо этого, данный метод потенциально позволяет оценивать вязкость тканей, делая замеры изменений скорости сдвиговой волны в зависимости от частоты импульсов.

Несмотря на то, что **вибрационная эластография** применяется наиболее широко, при ее использовании возникают ряд проблем, такие как: трудности исследования глубоко расположенных тканей, проблемы с точной количественной оценкой жесткости тканей и трудности обнаружении диффузных поражений печени таких, как цирроз и фиброз. В связи с

этим очевиден интерес к технологии создания низкочастотного вибрационного воздействия на ткани, что предоставляет глубокое распространение волн сжатия и разрежения. Для оценки жесткости в процессе вибрационного воздействия на ткани печени сравниваются амплитуды или скорости перемещения отдельных областей в определенных фазах прохождения низкочастотной вибрационной волны. Амплитуды смещения определяются с помощью взаимосвязанной обработки изображения, получаемого в процессе движения и характерного для каждого участка ткани органа. В результате могут быть получены количественные характеристики упругости тканей. Также применяются различные способы обработки получаемых сигналов. При этом следует иметь в виду, что обычный автокорреляционный метод оценки скорости перемещения волн не дает результата из-за волнообразного характера изменения скорости под действием вибрационной силы. Именно поэтому можно использовать вариацию скорости, которая связана линейно с амплитудой перемещения [14]. В виброэластографии также применяется технология, похожая на технологию сдвиговых волн и основанная на измерении длины сдвиговой волны на отдельных участках, основанная на законе: чем больше жесткость ткани, тем больше скорость волны и, следовательно, больше длина волны. При этом измеряя длину сдвиговой волны, можно провести количественную оценку величины модуля упругости ткани. При этом проявляется такое же большое преимущество вибрационной эластографии, которое свойственно методу эластографии на основе сдвиговых волн. Еще одним преимуществом этого метода является меньшая зависимость результата от навыка и профессионализма исследователя.

Резюмируя все выше сказанное, можно утверждать что, неинвазивные методы диагностики поражения печени являются оптимальными, с точки зрения отрицательного воздействия на пациента, так как болевой ощущения либо отсутствуют, либо представленные незначительно. Информативность таких диагностических тестов крайне высока и может полностью заменить биопсию печени (инвазивный и довольно опасный метод), а также дополнить и конкретизировать картину поражений органа при мало инвазивных методах диагностики, таких как: ФиброМакс, СтеатоТест [5]. Широкий выбор методов эластографии позволяет подобрать наиболее оптимальный для каждого лечебного учреждения индивидуально, в соответствии с финансовыми и кадровыми возможностями. Стоит отметить, что ультразвуковая эластография является довольно новым методом диагностики и находится в постоянном развитии, поэтому так необходимо следить за новыми открытиями и разработками в данной области диагностики. Активное использование новейших технологий диагностики позволит дать точный и обширный результат, тем

самым защитив пациентов от не оправданных рисков, при проведении инвазивных методов диагностики.

#### Список литературы:

1. Боднар П.М. Вплив аморфного нанокремнезему на показники мультипараметричного ультразвукового дослідження у хворих на цукровий діабет 2-го типу з неалкогольною жировою хворобою печінки/ П.М. Боднар, Н.А. Марунчин, О.Б. Динник, Є.П. Воронін, Л.М. Осіння // Міжнародний ендокринологічний журнал.-2017.-Т.13.-№3.-с.150-156
2. Булатова И.А. Неинвазивная оценка степени выраженности фиброза печени и значение полиморфизма гена гиалуроновой кислоты при хроническом гепатите С/ И.А. Булатова, А.П. Щёктова, А.В. Кривцов, В.В. Щёкотов, А.И. Павлов//Клиническая лабораторная диагностика.-2015.-№3.-с.18-21
3. Высотин С.А. Современные подходы к лабораторной диагностике стеатоза печени/С.А. Высотин, А.Т. Сайфитова, М.С Невзорова//Международный студенческий научный вестник.-2017.-№6
4. Гурбатов С.Н. Ультразвуковая эластография: аналитическое описание различных режимов и технологий, физическое и численное моделирование сдвиговых характеристик мягких биологических тканей: учебно-методическое пособие/С.Н. Гурбатов, И.Ю. Демин, Н.В. Прончатов-Рубцов – Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет.-2015. – 115 с.
5. Диденко В.И. Современные методы определения фиброза печени/В.И. Диденко//Гастроэнтерологія.-2013.-№2(48).-с.28-35
6. Кляритская И.Л. Транзиентная эластография в оценке фиброза печени/И.Л. Кляритская, Е.О. Шелихова, Ю.А. Мошко// Крымский терапевтический журнал.-2015.-№3.-с.18-30
7. Кобинец Ю.В. Эхографическая семиотика диффузных изменений печени — верификация методом точечной эластографии сдвиговой волны/ Ю. В. Кобинец, В. А. Изранов, М. В. Мартинович, Н. В. Казанцева, И. А. Степанян//Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки.-2017.-№ 3.-с.37—49.
8. Краснова Л.И. Диагностика фиброза печени методом неинвазивной эластометрии у пациентов с заболеваниями гепатобилиарной системы/Л. И. Краснова// Медицинские науки. Клиническая медицина.-2010.-№3(15).-с.68-73
9. Лазебник Л.Б. Диагностическая значимость ультразвуковой эластометрии в оценке фиброза при хронических диффузных заболеваниях печени/Л.Б. Лазебник, Е.В. Винницкая,

Н.А. Шапошникова, С.Г. Хомерики, А.В. Никаноров, А.А. Терехин, Н.Н. Воробьева, Е.В. Голованова Е.В.// Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология.-2010.-№5.-с.10-13

10. Лазебник Л.Б. Фиброэластометрия печени у пожилых/Л.Б. Лазебник, Е.В. Винницкая, С.Г. Хомерики, А.А. Терехин, Е.В. Голованова, Г.Н. Якимчук //Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология.-2010.-№12.-с.24-26

11. Лызиков А.Н. Значение методов визуализационной диагностики цирроза печени и портальной гипертензии/А. Н. Лызиков, А. Г. Скуратов, Ю. П. Шпаковский//Проблемы здоровья и экологии.-2016.-№2(48).-с.21-25

12. Морозова Т.Г. Диагностические возможности эластографии печени при эндосонографии/Т.Г. Морозова, А.В. Борсуков//Вестник новых медицинских технологий.-2014–Т.21.-№ 1–С.44-47

13. Морозова Т.Г. Компрессионная эластография при эндосонографии как метод ранней дифференциальной диагностики стадий фиброзного процесса печени /Т.Г. Морозова, А.В. Борсуков//Клиническая медицина.-2014.-Т.6.-№3.-с.79-84

14. Морозова Т.Г. Мультипараметрическая эластография принципы индивидуального подбора при диффузных заболеваниях печени/Т.Г. Морозова, А.В. Борсуков, А.О. Буеверов//Медицинский совет.-2017.-№5.-с.148-152

15. Морозова Т.Г. Применение комплексной эластографии для уточнения стадии фиброзного процесса в печени/Т.Г. Морозова, А.В. Борсуков //Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. - 2015. - №3. Публикация 2-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5215.pdf> (дата обращения: 25.12.2017). DOI: 10.12737/12708

16. Морозова Т.Г. Современная характеристика эластографических методов исследования на примере их комплексного использования/Т.Г. Морозова, А.В. Борсуков, А.О. Буеверов//Практическая медицина.-2016.-№9(101).-с.69-73

17. Павлов Ч.С. Современные возможности эластометрии, фибро- и акти-теста в диагностике фиброза печени/Ч.С. Павлов, Д.В. Глушенков, В.Т. Ивашкин // РЖГГК.-2008.-Т.18.-№ 4.-С.43–52.

18. Павлов Ч.С. Ультразвуковое ангиологическое исследование и эластометрия — перспективные направления неинвазивной диагностики фиброза печени/ Ч.С. Павлов, Н.С. Коновалова, В. Т. Ивашкин// ConsiliumMedicum.-2008.-№ 2.

19. Пархоменко Л.К. Вопросы диагностики неалкогольной жировой болезни печени в подростковом возрасте/Л.К. Пархоменко, Л.А. Страшок, А.В. Ещенко, Е.В. Бузницкая//На подмогу педиатру.-2011.-№7(34).-с.107-112.

20. Пирогова И.Ю. Диагностика фиброза печени: инвазивные и неинвазивные методы/И.Ю. Пирогова, С.А. Пышкин//Сибирский медицинский журнал.-2011.-№3.-с.10-15
21. Пышкин С.А. Хроническая HCV-инфекция с нормальным уровнем трансаминаз: возможности неинвазивной диагностики/С. А. Пышкин, А. Н. Горфинкель, И. Ю. Пирогова//Медицинский вестник северного кавказа.-2011.-№2.-с.36-39
22. Ройтберг Г.Е. Возможности эластометрии и биохимических маркеров в диагностике фиброза печени/Г.Е. Ройтберг, О.О. Шархун//Медицинский альманах.-2017.-№1(46).-с.65-68
23. Ройтберг Г.Е. Неинвазивные методы в диагностике стеатоза и фиброза при неалкогольной жировой болезни печени/Г.Е. Ройтберг, Л.Б. Лазебник, Л.А. Звенигородская, О.О. Шархун, Т.И. Ушакова, О.Е. Платонова//Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология.-2013.-№7.-с.3-10.
24. Руденко О.В. Физические основы эластографии. Часть 1. Компрессионная эластография (лекция)/О. В. Руденко, Д. В. Сафонов, П. И. Рыхтик, С. Н. Гурбатов, С. В. Романов//Радиология-практика.-2014.-№3.-с.41-50
25. Рыхтин П.И. Возможности применения arfi-эластографии при диагностике фиброза печени/П.И. Рыхтик, Е.Н. Рябова, И.В. Шатохина, Н.А. Молчанова, С.А. Васенин, Л.А. Шкалова, В.Е. Загайнов// Медицинский альманах.-2017.-№1(46).-с.62-65
26. Степанов Ю.М. Місце транз'єнтної еластографії в діагностиці неалкогольної жирової хвороби печінки/Ю.М. Степанов, В.Б. Ягмур, Л.М. Шендрик, Н.В. Недзвецкая//Гастроентерологія.-2016.-№2(60).-с.14-18
27. Черкашина Е.А. Актуальные вопросы диагностики и лечения неалкогольной жировой болезни печени/Е.А. Черкашина//Медицинский совет.-2015ю-№4.-с.67-70
28. Gamal Shiha Ishak versus METAVIR: Terminology, Convertibility and Correlation with Laboratory Changes in Chronic Hepatitis C/Gamal Shiha and Khaled Zalata// Liver Biopsy, Dr. Hirokazu Takahashi (Ed.).-2011.-с.155-170