

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ФАЗЫ ПРИ КонтРАСТ-УСИЛЕННОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ ПЕЧЕНИ, ПОЧЕК И СЕЛЕЗЕНКИ

А.В. Борсуков¹, О.А. Горбатенко¹, Д.Ю. Венидиктова¹, А.В. Тиханкова¹,
И.З. Пулатова³, А.О. Тагиль¹, Т.С. Безменова², А.Р. Ахмедова²

¹ Смоленский государственный медицинский университет Минздрава РФ; Россия, 214006 Смоленск, ул. Фрунзе, 40;

² Клиническая городская больница №1; Россия, 214006 Смоленск, ул. Фрунзе, 40;

³ Ташкентский институт усовершенствования врачей; Узбекистан, 700007 Ташкент, ул. Паркентская, 51.

Контакты: Борсуков Алексей Васильевич bor55@yandex.ru

Реферат

Цель: Оценить эффективность нового способа определения длительности артериальной фазы при УЗИ печени, почек и селезенки с контрастированием.

Материал и методы: Было проведено обследование 37 пациентов с верифицированным диагнозом алкогольного гепатита с синдромом спленомегалии ($n = 11$), хронического вирусного гепатита В ($n = 14$) и диабетической нефропатии на фоне СД 2 типа ($n = 12$). Возраст обследованных пациентов составил 39–56 лет. Пациентам с диабетической нефропатией была проведена комплексная диагностика, включающая в себя ультразвуковое исследование внутренних органов в В-режиме с дальнейшей доплеровской оценкой состояния гемодинамики в сосудах почек. Пациентам с хроническим вирусным гепатитом В и алкогольным гепатитом был проведен комплекс мультипараметрического ультразвукового обследования, дополненный компрессионной эластографией (SE). Далее проводилось контраст-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ) почек с применением эхоконтрастного препарата SonoVue в дозах, рекомендуемых для каждого органа, с последующей оценкой артериальной фазы по стандартной и предложенной методике.

Результаты: При интерпретации результатов КУУЗИ печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом В по стандартной методике были получены количественные оценки длительности артериальной фазы $16,4 \pm 15,7$ с, а по предложенной методике — $12,1 \pm 8,3$ с. У пациентов с алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии те же показатели составляли $21,8 \pm 16,9$, и $17,3 \pm 12,8$ с соответственно, а при диабетической нефропатии — $13,5 \pm 9,5$ и $10,5 \pm 5,9$ с соответственно. Полученные результаты совместно с клинико-лабораторными показателями можно интерпретировать в пользу улучшения динамики. Зная приблизительные данные длительности артериальной фазы для печени (с 8–14 до 40 с), почки (10–20 до 25–35 с) и селезенки (8–60 с), можно сделать вывод, что предложенный способ определения время начала артериальной фазы при эхоконтрастировании является более точным, поскольку позволяет определить наличие диффузной патологии органов на микроциркуляторном уровне.

Выводы: 1. С использованием способа определения продолжительности артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки были получены точные значения начала артериальной фазы контрастирования, тем самым увеличив значимость КУУЗИ в диагностике диффузной патологии печени, почек и селезенки.

2. Предложенный способ определения продолжительности артериальной фазы эхоконтрастирования позволяет проводить мониторинг эффективности лечения диффузной патологии почек, селезенки и печени (Патент RU № 2744825).

Ключевые слова: контраст-усиленное ультразвуковое исследование, диабетическая нефропатия, алкогольный гепатит, хронический вирусный гепатит В

Для цитирования: Борсуков А.В., Горбатенко О.А., Венидиктова Д.Ю., Тиханкова А.В., Пулатова И.З., Тагиль А.О., Безменова Т.С., Ахмедова А.Р. Методика определения длительности артериальной фазы при контраст-усиленном ультразвуковом исследовании печени, почек и селезенки. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):26-34.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-26-34

Введение

В настоящее время в лучевой диагностике происходит внедрение безопасных инновационных технологий, все чаще отодвигая на второй план инвазивные методики [1]. В 2020 г. весь мир стол-

кнулся с пандемией Sars-Cov-2, которая заставила усовершенствовать алгоритмы лучевой диагностики, а также подход к проведению исследований для выявления рентгенологических признаков коронавирусной инфекции [1, 2]. Наряду с нововведениями, прописанными во Временных методических

рекомендациях по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19) и подтверждающими безальтернативность МСКТ органов грудной клетки в визуализации пневмонии, остро стал вопрос о проблеме радиационной безопасности пациентов [1–4].

В связи с этим необходимо внедрение неионизирующих методов визуализации для диагностики внутренних органов, таких как печень, почки и селезенка. В этом случае актуальность контраст-усиленного ультразвукового исследования внутренних органов значительно возрастает [3, 4].

Внедрение КУУЗИ в клиническую практику раскрывает новый потенциал в исследованиях очаговых и диффузных заболеваний печени, почек и селезенки [4, 5]. Отсутствие гепатотоксичности и нефротоксичности эхоконтрастных препаратов (ЭКП) и хорошая переносимость позволяют применять их у пациентов как при компенсированной и субкомпенсированной диффузной патологии печени и почек, так и при декомпенсированном течении заболеваний [5–7]. Широко применяемая методика оценки артериальной фазы КУУЗИ оценивается на субъективном выборе врачом-оператором начала и конца визуализации артериального русла паренхиматозных органов [7].

Предлагается новый способ определения продолжительности артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки, который позволит объективизировать определение начала артериальной фазы, так как имеется четкий количественный критерий, обоснованный анатомическими и физиологическими особенностями строения каждого органа. Это в свою очередь упрощает выявления диффузной патологии органов, снижает количество ложноположительных и ложноотрицательных заключений, а также позволяет объективизировать полученные данные начала артериальной фазы эхоконтрастирования с последующим динамическим мониторингом эффективности лечения диффузных патологий печени, селезенки и почек.

Цель исследования — оценить эффективность нового способа определения времени течения артериальной фазы контрастирования печени, почек и селезенки.

Материал и методы

Были обследованы 37 человек с верифицированными диагнозами алкогольный гепатит с синдромом спленомегалии ($n = 11$), хронический вирусный гепатит В ($n = 14$) и диабетическая нефропатия на фоне СД 2 типа. ($n = 12$). Особенностью дизайна исследования было то, что 50 % пациентов каждой группы оценивалось по стандартной методике [7], а другие 50 % — по предложенной. Средний возраст обследуемых пациентов составил — $48 \pm 1,9$ лет. Комплекс лечения базировался на стандартных

алгоритмах, прописанных в клинических рекомендациях по алкогольной болезни печени (2019) [8], клинических рекомендациях по сахарному диабету 2 типа у взрослых (2019) [9], клинических рекомендациях по профилактике и лечению инфекций вирусами гепатита В и С (2020) [10].

Всем пациентам была проведена комплексная диагностика, включающая в себя: мультипараметрическое ультразвуковое исследование почек в В-режиме с дальнейшей доплеровской оценкой состояния гемодинамики в сосудах [11] (рис. 1). Пациентам с хроническим вирусным гепатитом В и алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии в алгоритм обследования был включен также метод определения жесткости паренхимы печени — компрессионной эластографии (SE) (рис. 2) [12].

Всем пациентам с диабетической нефропатией был проведен анализ следующих лабораторных биохимических данных: общий белок (г/л), СКФ (мл/мин), креатинин (ммоль/л), мочевины (ммоль/л), СОЭ.

Пациентам с верифицированным диагнозом алкогольного гепатита с синдромом спленомегалии (стаж заболевания 5–10 лет, диагноз выставлен на основании заключения врача-психиатра и врача-нарколога) и вирусным гепатитом В также проводилось лабораторное биохимическое исследование, в которое были включены показатели: общий белок (г/л), АЛТ (Ед/л), АСЛ (Ед/л), ГГТ (Ед/л), щелочная фосфатаза (Ед/л), общий билирубин (мкмоль/л), прямой билирубин (мкмоль/л), СОЭ.

Далее проводилось КУУЗИ печени, почек и селезенки у пациентов с соответствующей патологией с применением эхоконтрастного препарата SonoVue в дозировках индивидуальных для каждого органа, в частности по [6, 7], в соответствии с Европейскими рекомендациями для клинической практики по контраст-усиленному ультразвуковому исследованию [5, 6, 13].

КУУЗИ было выполнено на УЗ-аппарате Hitachi Preirus (Hitachi Medical Corporation, Япония) в режиме с низкоамплитудным механическим индексом 0,06 и конвексным датчиком на 3–6 МГц. Для проведения настоящего исследования использовался эхоконтрастный препарат SonoVue (Bracco Swiss S.A., Швейцария).

Во время исследования рассматривали качественные показатели, где оценивали однородность/неоднородность контрастирования, симметричность накопления эхоконтрастного препарата в корковом и мозговом слоях, однородность/неоднородность и симметричность/асимметричность вымывания эхоконтрастного препарата. Преимуществом данной методики является возможность автоматической записи исследования с последующей обработкой полученных данных. В последующем оценивались количественные показатели КУУЗИ путем построения кривых интенсивности сигнала — время для получения оценки

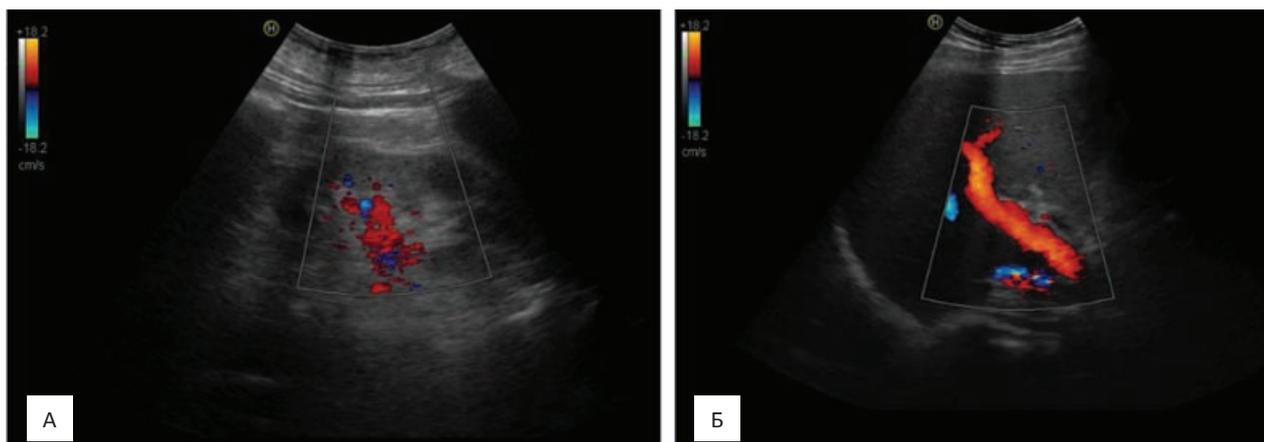


Рис. 1. А — ультразвуковое исследование сосудов правой почки по данным цветового доплеровского картирования (ЦДК) у пациента с диабетической нефропатией (2 тип по М. Bertolotto); Б — ультразвуковое исследование сосудов печени по данным ЦДК у пациента с хроническим вирусным гепатитом В (V_{\max} 28,3 см/с; V_{mean} 11,3 см/с; FW 971 мл/мин)

Fig. 1. A — ultrasound examination of the right kidney vessels according to the Color Doppler in patient with diabetic nephropathy (type 2 according to M. Bertolotto); Б — ultrasound examination of liver vessels according to Color Doppler in patient with chronic viral hepatitis B (V_{\max} 28.3 cm/s; V_{mean} 11.3 cm/s; FW 971 ml/min)

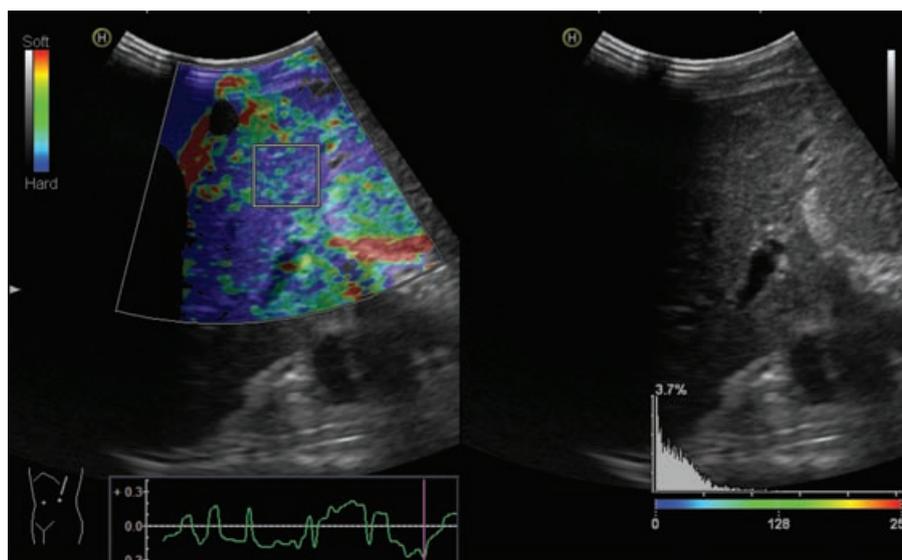


Рис. 2. Компрессионная эластография печени (SE) у пациента С., 41 год, с хроническим вирусным гепатитом В. LI — 5, 78, что соответствует фиброзу F4 (цирроз)

Fig. 2. Strain elastography of the liver (SE) in patient С., 41 y.o., with chronic viral hepatitis B. LI — 5, 78, which corresponds to F4 fibrosis (cirrhosis)

накопление (wash-in) / вымывание контрастного препарата (wash-out), где анализировали начало всех фаз. По завершении исследования оценивали количественные показатели КУУЗИ путем построения кривых для оценки накопления (wash-in) / вымывания контрастного препарата (wash-out).

Были проанализированы кортико-медуллярная (8–14 до 40 с) и паренхиматозная (40–45 до 300 с) фазы контрастирования при исследовании почек; артериальная (10–20 до 25–35 с), портальная (30–45 до 120 с) и поздняя (более 120 с) — при исследовании

печени; артериальная (8–60 с) и паренхиматозная фазы (1–5 мин) при исследовании селезенки [6].

Недостатком стандартного метода определения артериальной фазы контрастирования является то, что время начала артериальной фазы точно не определяется с момента входа контрастного вещества в орган через сосудистые ворота, а констатируется с момента визуализации сосудистого эхосигнала в периферических зонах печени и селезенки, а также в паренхиматозном слое почек, что связано с анатомо-физиологическими особенностями гемодинамики данных органов

[8, 9]. При проведении УЗИ в В-режиме в проекции сосудистых ворот определенного органа артерия отчетливо не визуализируется до начала введения эхоконтрастного препарата. Поэтому при попадании эхоконтраста в артерию его точную временную фиксацию прохождения через сосудистые ворота органа установить при УЗИ невозможно. Периферические зоны печени, селезенки и паренхиматозный слой почек обильно кровоснабжаются за счет мелких артерий, что дает улучшенную визуализацию контрастированных артерий при ультразвуковом исследовании. Именно это время визуализации и отмечается врачом-оператором как факт начала артериальной фазы, когда на самом деле срок начала артериальной фазы должен быть зафиксирован именно с момента поступления эхоконтраста в сосудистые ворота органа (рис. 3). Поскольку точное время расчета артериальной фазы эхоконтрастирования позволит объективизировать мониторинг эффективности лечения диффузных патологий печени, почек и селезенки, наличие данного фактора побудило создать новый способ определения времени течения артериальной фазы контрастирования печени, почек и селезенки (патент RU № 2744825).

Сущность способа заключается в том, что определяют точное начало артериальной фазы эхоконтрастирования в органе, выбранном из печени, почек или селезенки путем нахождения расстояния между сосудистыми воротами соответствующего органа (рис. 4А), и первой точкой появления эхоконтраста в периферических участках исследуемого органа (рис. 4Б), с последующим вычислением времени прохождения эхоконтраста данного расстояния, путем деления длины отрезка, проходящего от ворот печени, почек или селезенки до первой точки появления эхоконтраста соответствующего органа, на среднюю скорость артериального кровотока в исследуемом органе и вычитанием этого времени из общей длительности процесса эхоконтрастирования от начала введения эхоконтраста до момента появления эхоконтраста в полученных зонах (рис. 3, 4В).

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом.

При ультразвуковом исследовании в В-режиме находят интересующий орган, а именно, сосудистые ворота, ориентируясь на наличие вены. Для печени — это воротная вена, для почки — печеночная вена, для селезенки — селезеночная вена (рис. 4А). При получении устойчивой УЗ-картины исследуемого органа переходят в режим контрастированного ультразвукового исследования органов (КУУЗИ).

При проявлении контраста в артериях периферических участков исследуемого органа, выбирают наиболее стабильную зону, которую врач-оператор видит первоначально. Это зона с наличием эхо-

контраста в периферическом участке печени, зона с наличием эхоконтраста в дуговых и междольковых артериях в паренхиматозном слое почки, аналогичная зона в селезенке. Всю последовательность данного процесса записывают в память УЗ-аппарата в виде видеопетли с одновременным отсчетом секундомера с момента введения эхоконтраста пациенту до окончания исследования. Процесс эхоконтрастирования венозной фазы продолжают по предложенной методике, описанной в [6]. По окончании исследования катетер удаляют (рис. 4Б).

После окончания манипуляции проводят анализ видеопетли, на основании которых оценивают количественные параметры КУУЗИ, в частности на секундомере отмечают точное время появления эхоконтраста в сегментарных зонах исследуемого органа. В зависимости от исследуемых органов полученное время будет разным.

Последующим этапом является измерение маркером прибора расстояния от точки первой фиксации эхоконтраста в паренхиме органа до точки сосудистых ворот органа, которая является зоной пересечения соответствующей веной границы органа. В печени — это расстояние от точки появления эхоконтраста на периферии до точки сосудистых ворот, в почке — от точки появления эхоконтрастного препарата в корковом слое до сосудистых ворот, в селезенке — от точки появления эхоконтраста на периферии до точки сосудистых ворот. Полученные расстояния различны по длине, измеряемой в см, и для каждого исследуемого органа они индивидуальны (рис. 4В).

Для каждого исследуемого органа существует точное значение средней скорости артериального кровотока: в печеночной артерии — 92 см/с, в почечной артерии — 89 см/с, в селезеночной артерии — 83 см/с [14].

Зная длину отрезка (см) от первой точки появления эхоконтраста в периферических зонах до ворот органа и среднюю скорость артериального кровотока в каждом исследуемом органе (см/с), производят вычисления времени (в секундах) прохождения эхоконтраста, пассивно движущемуся вместе с артериальной кровью по органу, путем деления длины отрезка соответствующего органа на среднюю скорость артериального кровотока в исследуемом органе. Показатель времени может изменяться в зависимости от исследуемого органа. После этого время прохождения эхоконтрастного вещества, пассивно движущегося с артериальной кровью по органу, вычитают от общего времени, зафиксированного секундомером на момент появления эхоконтраста в периферических зонах появления эхоконтраста. Это время является точным временем фиксации начала артериальной фазы эхоконтрастирования интересующего нас органа (рис. 4)

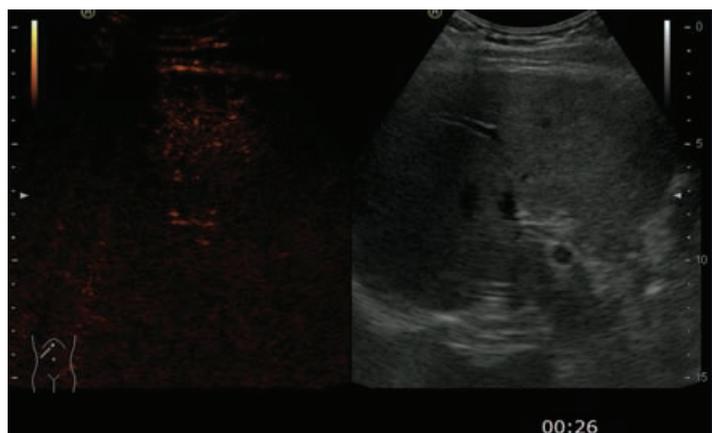


Рис. 3А. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование печени у пациента М., 41 год, с хроническим вирусным гепатитом В. Артериальная фаза по стандартной методике — 26 с (время указано на экране). Начало артериальной фазы по предложенной методике — 19 с

Fig. 3A. Contrast-enhanced ultrasound examination of the liver in patient M., 41 y.o., with chronic viral hepatitis B. The arterial phase according to the standard technique — 26 sec (time indicated on the screen). The beginning of the arterial phase according to the proposed method — 19 sec

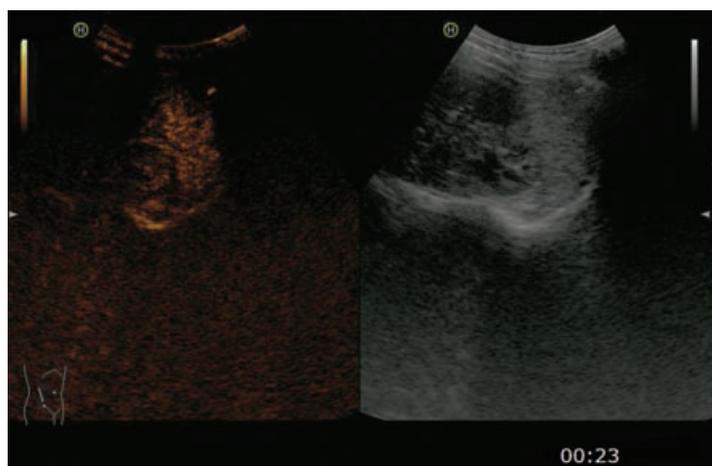


Рис. 3Б. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование селезенки у пациента С, 38 лет, с алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии. Артериальная фаза по стандартной методике — 23 с (время указано на экране). Начало артериальной фазы по предложенной методике — 16 с

Fig. 3B. Contrast-enhanced ultrasound examination of the spleen in patient C, 38 y.o., with alcoholic hepatitis with splenomegaly syndrome. The arterial phase according to the standard method is 23 sec (time is indicated on the screen). The beginning of the arterial phase according to the proposed method — 16 sec

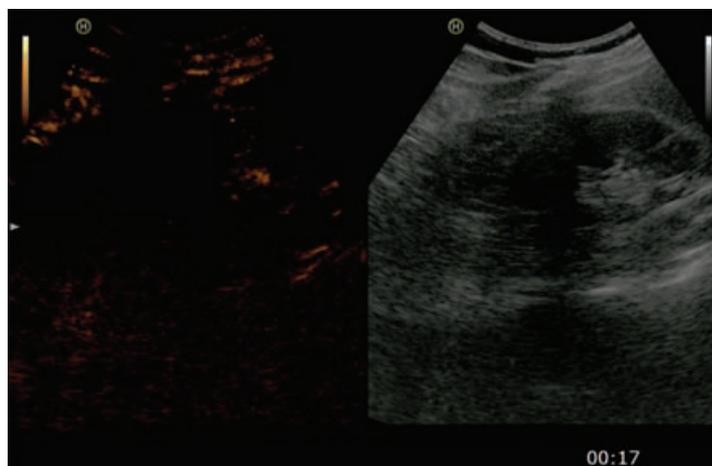


Рис. 3В. — Контраст-усиленное ультразвуковое исследование правой почки у пациента М., 56 лет, с диабетической нефропатией. Артериальная фаза по стандартной методике — 17 с (время указано на экране). Начало артериальной фазы по предложенной методике — 11 с

Fig. 3C. — Contrast-enhanced ultrasound examination of the right kidney in patient M., 56 y.o., with diabetic nephropathy. The arterial phase according to the standard method is 17 sec (the time is indicated on the screen). The beginning of the arterial phase according to the proposed method — 11 sec

Результаты

При интерпретации результатов КУУЗИ печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом В по стандартной методике продолжительность артериальной фазы контрастирования составляет $16,4 \pm 15,7$ с, по предложенной методике — $12,1 \pm 8,3$ с. У пациентов с алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии такие же показатели КУУЗИ равны $21,8 \pm 16,9$ и $17,3 \pm 12,8$ с соответственно, а при диабетической нефропатии — $13,5 \pm 9,5$ и $10,5 \pm 5,9$ с соответственно.

Полученные результаты подтверждали клинико-лабораторные показатели, полученные у пациентов при каждой патологии.

Зная только приблизительные данные длительности артериальной фазы для печени (от 8–14 до 40 с), для почки (от 10–20 до 25–35 с) и для селезенки (8–60 с), можно сделать вывод, что предложенный способ определения времени начала артериальной фазы при эхоконтрастировании является более точным, поскольку позволяет определить наличие диффузной патологии органов на микроциркуляторном уровне. Оценка показателей артериальной

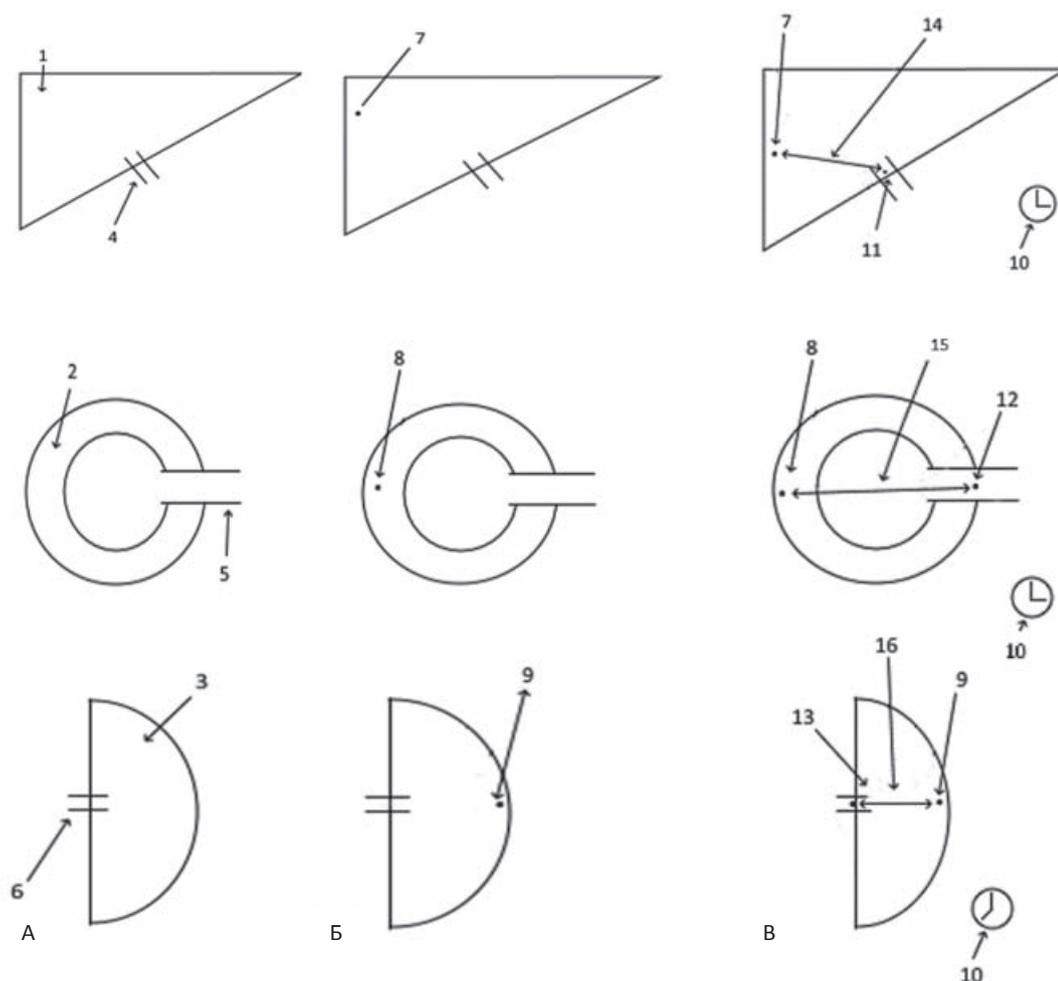


Рис. 4. А — схематически представленная модель 1 — печени, 2 — почки, 3 — селезенки; 4 — v. portae, 5 — v. renalis, 6 — v. Lienalis; Б — схематическое представление первой точки появления эхоконтраста в периферических участках 7 — печени, 8 — почки, 9 — селезенки; В — схематическое представление вычисления времени прохождения эхоконтраста, путем деления длины отрезка — 14, 15, 16, проходящего от ворот печени — 1, почек — 2 и селезенки — 3 до первой точки появления эхоконтраста соответствующего органа (7 — печени, 8 — почки, 9 — селезенки), на среднюю скорость артериального кровотока в исследуемом органе — 10 и вычитанием этого времени из общей длительности процесса эхоконтрастирования от начала введения эхоконтраста до момента появления эхоконтраста в полученных зонах

Fig. 4. А — schematically presented model 1 — liver, 2 — kidney, 3 — spleen; 4 — v. portae, 5 — v. renalis, 6 — v. lienalis; Б — schematic representation of the first point of appearance of contrast agent in the peripheral areas 7 — liver, 8 — kidney, 9 — spleen; В — schematic representation of calculating the time of passage of contrast agent, by dividing the length of the segment — 14, 15, 16, passing from the gate of the liver — 1, kidneys — 2 and spleen — 3 to the first point of appearance of the echo contrast of the corresponding organ (7 — liver, 8 — kidneys, 9 — spleen) by the average velocity of arterial blood flow in the studied organ — 10 and subtracting this time from the total duration of the echo contrasting process from the beginning of the introduction of contrast agent until the appearance of contrast agent in the obtained zones

фазы контрастирования печени, почек и селезенки при представленных патологиях на субклиническом этапе заболевания с нечеткой клинической симптоматикой позволит дополнить алгоритм обследования. Поскольку в настоящее время при количественной интерпретации результатов нет четких критериев начала артериальной фазы, то представленный способ способен объективизировать полученные данные КУУЗИ.

У всех пациентов с хроническим вирусным гепатитом В и вирусным алкогольным гепатитом с

синдромом спленомегалии отмечалось увеличение общего белка, общего и прямого билирубина 0,5 раз; АЛТ, АСТ и щелочная фосфатаза — в 3 раза. Также отмечалось значительное увеличение скорости оседания эритроцитов, что указывает на активность воспалительного процесса в печени. При проведенном ультразвуковом исследовании у всех пациентов обеих групп отмечалось увеличение печени в косовертикальном и краниокаудальном размерах с визуальной крупнозернистой эхоструктурой с признаками портальной гипертензии

(расширение *v. portae* более 15 мм). По результатам эластографии (SE) у 4 пациентов с хроническим вирусным гепатитом В была выставлена стадия F4, что соответствует циррозу печени, а у 10 человек — стадия F3, подтверждающая наличие фиброза. У всех пациентов с алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии также отмечалось увеличение биохимических показателей крови, в особенности уровня ГГТ — в 11 раз, АЛТ и АСТ — в 2 раза.

Обсуждение

В настоящее время контраст-усиленное ультразвуковое исследование является стремительно развивающимся неионизирующим методом инструментальной диагностики [5, 6]. По данным Европейских рекомендаций для клинической практики по контраст-усиленному ультразвуковому исследованию, применение данного метода безопасно для пациентов с диффузными и очаговыми поражениями внутренних органов, поскольку эхоконтрастные препараты не являются нефротоксичными и гепатотоксичными [6].

Основная практическая ценность КУУЗИ заключается в согласовании количественных и качественных результатов исследования, позволяющая делать предположительные выводы о патологии с последующим решением о ведении пациента. К сожалению, с учетом анатомических и физиологических особенностей каждого органа, определение показателей артериальной фазы контрастирования при проведении КУУЗИ не всегда удается интерпретировать точно. Это подталкивает к поиску новых решений определения основного параметра данного метода. Так как печень имеет двойное кровоснабжение, где меньшая часть кровотока идет по *a. hepatica*, а большая по *v. portae*, начало артериальной фазы констатируется, когда эхоконтрастный препарат достигает *a. hepatica*; в селезенке — когда достигает *a. lienalis* [5]. Поскольку почки имеют самую высокую перфузию в организме, время, которое затрачено на прохождение эхоконтрастного препарата от почечной артерии до почечной вены составляет не более 3 с. Таким образом, определить точное начало артериальной фазы фактически невозможно. Это способствуют ряду интерпретационных ошибок относительно начала артериальной фазы. В свою очередь, это не позволяет проводить точный динамический мониторинг лечения пациентов по результатам КУУЗИ. Поскольку границы значений, которые конкретизируют конкретную патологию по данным КУУЗИ, в настоящее время являются результатом научных исследований, то предложенный способ определения продолжительности артериальной фазы контрастирования печени, почек и селезенки позволяет уточнить важный временной параметр для зоны исследования.

Выводы

1. С использованием способа определения продолжительности артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки были получены точные значения начала артериальной фазы контрастирования, тем самым увеличив значимость КУУЗИ в диагностике диффузной патологии печени, почек и селезенки (Патент RU № 2744825).

2. Предложенный способ определения длительности артериальной фазы эхоконтрастирования позволяет проводить мониторинг эффективности лечения большинства диффузной патологии почек, селезенки и печени.

Список литературы / References

1. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 10, 2021. 261 с. [Temporary guidelines. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 10, 2021. 261 p. (In Russian)].
2. Сперанская АА. Лучевые проявления новой коронавирусной инфекции COVID-19 // Лучевая диагностика и терапия. 2020;11(1):18-25. [Speranskaya AA. Radiological signs of a new coronavirus infection COVID-19. Diagnostic radiology and radiotherapy. 2020;11(1):18-25. (In Russian)]. DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-1-18-25.
3. Самойлов АС, Удалов ЮД, Рубцов ВИ и др. Радиационная обработка защитных комбинезонов и выбор средств индивидуальной защиты персонала, контактирующего с коронавирусной инфекцией. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2020;65(3):85-94. [Samoylov AS, Udalov YuD, Rubtsov VI, et al. Radiation Treatment of Protective Overalls and Selection of Personal Protection Equipment for the Personnel Exposed to Coronavirus Infection. Medical Radiology and Radiation Safety. 2020;65(3):85-94. (In Russian)]. DOI: 10.12737/1024-6177-2020-65-3-85-94.
4. Борсуков АВ. Контрастно-усиленное ультразвуковое исследование печени: эволюция оценок мировых экспертов с 2012 по 2020 гг. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(1):20-30. [Borsukov AV. Contrast-enhanced ultrasound of the liver: the evolution of world experts' assessments from 2012 to 2020. Oncological journal: radiation diagnostics, radiation therapy. 2021;4(1):20-30. (In Russian)]. DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-1-20-30.
5. Claudon M, Dietrich CF, Choi BI, et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver — update 2012: a WFUMB-EF-SUMB initiative in cooperation with representatives of AF-SUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS. *Ultraschall Med.* 2013;34(1):11-29. DOI: 10.1055/s-0032-1325499.
6. Вексхотт Г.-П. Контрастная сонография. 1-е изд. Бремен: UNI-MED, 2014. 284 с. [Weskott H.-P. Contrast sonography. 1st ed. Bremen: UNI-MED, 2014. 284 p. (In Russian)].
7. Ультразвуковое исследование с применением контрастных препаратов. От простого к сложному. Под ред. Сенча А.Н. М.: МЕДпресс-информ, 2021. 296 с. [Ultrasound examination using contrast agents. From simple to complex. Ed. Sench AN. M.: MEDpress-inform, 2021. 296 p. (In Russian)].
8. Клинические рекомендации «Алкогольная болезнь печени». 2019. 38 с. [Clinical guidelines «Alcoholic Liver Disease». 2019. 38 p. (In Russian)].

9. Клинические рекомендации «Сахарный диабет 2 типа у взрослых». 2019. 228 с. [Clinical guidelines «Type 2 diabetes mellitus in adults». 2019. 228 p. (In Russian)].
10. Хубутия МШ, Восканян СЭ, Сюткин ВЕ и др. Рекомендации по профилактике и лечению инфекций вирусами гепатита В и С у больных, находящихся в Листе ожидания трансплантации печени, и реципиентов печени. Трансплантология. 2020;12(3):231-44. [Khubutia MSh, Voskanyan SE, Syutkin VE, et al. Recommendations for the prevention and treatment of infections with hepatitis B and C viruses in patients on the waiting list for liver transplantation and liver transplant recipients. Transplantation. 2020;12(3):231-44. (In Russian)]. DOI: 10.23873/2074-0506-2020-12-3-231-244.
11. Bertolotto M, Quaia E, Galli G, et al. Color Doppler sonographic appearance of renal perforating vessels in subjects with normal and impaired renal function. J Clin Ultrasound. 2000;28(6):267-76. DOI: 10.1002/1097-0096(200007/08)28:6<267::aid-jcu1>3.0.co;2-p.
12. Sheiman JA. Патопфизиология почки. Пер. с англ. М.: Издательство БИНОМ. 2019. 192 с. [Sheiman JA. Pathophysiology of the Kidney. Moscow. 2019. 192 p. (In Russian)].
13. Omar A, Freeman S. Contrast-enhanced ultrasound of the spleen. Ultrasound. 2016 24(1):41-9. DOI: 10.1177/1742271X15617214.
14. Капустин СВ., Пиманов СИ, Жерко ОМ, Чуканов АН. Ультразвуковое исследование в таблицах и схемах. 7-е изд. — М.: Умный доктор. 2019. — 166 с. [Kapustin SV, Pimanov SI, Zherko OM, Chukanov AN. Ultrasound examination in tables and diagrams. 7th ed. Moscow. 2019. 166 p. (In Russian)].

Вклад авторов

- А.В. Борсуков: разработка дизайна исследования.
 О.А. Горбатенко: обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных; написание текста рукописи; исполнитель проведенного исследования.
 А.В. Тиханкова: исполнитель проведенного исследования.
 Д.Ю. Венидиктова: исполнитель проведенного исследования.
 И.З. Пулатова: исполнитель проведенного исследования.
 Т.С. Безменова: исполнитель проведенного исследования.
 А.Р. Ахмедова: исполнитель проведенного исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study

Сведения об авторах

Борсуков Алексей Васильевич — доктор медицинских наук, профессор, директор Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, bor55@yandex.ru.

Горбатенко Ольга Александровна — аспирант Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, o.gorbatenkon@gmail.com.

Венидиктова Дарья Юрьевна — аспирант Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, 92darv@gmail.com.

Тиханкова Анна Витальевна — аспирант Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, annatikh67@mail.ru.

Пулатова Ирода Закирходжаевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии с курсом ультразвуковой диагностики Ташкентского института усовершенствования врачей, iroda1979@mail.ru.

Тагиль Антон Олегович — младший научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, anton.tagil95@gmail.com.

Безменова Татьяна Сергеевна — медицинская сестра отделения «Функциональная диагностика» ОГБУЗ Клиническая больница №1, t.bezmenova32@ya.ru

Ахмедова Алида Рустам кызы — старшая медицинская сестра отделения «Диагностических и малоинвазивных технологий» ОГБУЗ Клиническая больница №1, Смоленск, lida.akhmedova.98@list.ru

Methodology for Determination of the Arterial Phase During Contrast-Enhanced Ultrasound Examination of the Liver, Kidneys and Spleen

A.V. Borsukov¹, O.A. Gorbatenko¹, D.Yu. Venidiktova¹, A.V. Tikhankova¹, I.Z. Pulatova³, A.O. Tagil¹, T.S. Bezmenova², A.R. Ahmedova²

¹ Smolensk State Medical University; 40 Frunze str., Smolensk, Russia 214006;

² Clinical Hospital No. 1; 40 Frunze str., Smolensk, Russia 214006;

³ Tashkent Institute for Advanced Medical Studies; 51 Parkentskaya str., Tashkent, Uzbekistan, 700007.

Abstract

Purpose: To assess the effectiveness of a new method of contrast-enhanced ultrasound examination (CEUS) for determining the duration of the arterial phase of contrasting liver, kidney and spleen.

Material and methods: We examined 37 patients with a verified diagnosis of viral alcoholic hepatitis with splenomegaly syndrome ($n = 11$), chronic hepatitis B ($n = 14$) and diabetic nephropathy against the background of type 2 diabetes ($n = 12$). The age of the examined patients was 39–56 years. Patients with diabetic nephropathy underwent complex diagnostics, including ultrasound examination of internal organs in B-mode with further Doppler assessment of the hemodynamics in the vessels of the kidneys. Patients with chronic viral hepatitis B and alcoholic hepatitis underwent a multiparametric ultrasound complex of examination, supplemented by strain elastography (SE). Further, a contrast-enhanced ultrasound examination (CEUS) of the kidneys was carried out using an echocontrast agent SonoVue in doses recommended for each organ, followed by an assessment of the arterial phase according to the standard and proposed method.

Results: While interpreting the data of the liver study in patients with chronic viral hepatitis B according to the standard method, quantitative data were obtained for the duration of the arterial phase of 16.4 ± 15.7 sec, and according to the proposed method, 12.1 ± 8.3 sec. In patients with alcoholic hepatitis with splenomegaly syndrome, the CEUS values are 21.8 ± 16.9 , 17.3 ± 12.8 sec, in patients with diabetic nephropathy, — 13.5 ± 9.5 and 10.5 ± 5.9 sec accordingly. The results obtained, together with clinical and laboratory indicators can be interpreted in favor of improving the dynamics. Knowing the approximate data on the duration of the arterial phase during for the liver (from 8–14 to 40 sec), for the kidney (10–20 to 25–35 sec), for the spleen (8–60 sec), it can be concluded that the proposed method for determining the time of the onset of the arterial phase during CEUS is more accurate, since it allows one to determine the presence of diffuse pathology of organs at the microcirculatory level.

Conclusion: 1. The exact values of the onset of the arterial phase of contrasting were determined, thereby increasing the importance of CEUS in the diagnosis of diffuse pathology of the liver, kidneys and spleen.

2. The proposed method for determining the flow time of the arterial phase of echocontrast agent allows monitoring the effectiveness of treatment of diffuse pathology of the kidneys, spleen and liver (Patent RU No. 2744825).

Key words: *contrast-enhanced ultrasound, diabetic nephropathy, alcoholic hepatitis, chronic viral hepatitis B*

For citation: Borsukov AV, Gorbatenko OA, Venidiktova DYU, Tikhankova AV, Pulatova IZ, Tagil AO, Bezmenova TS, Ahmedova AR. Methodology for Determination of the Arterial Phase During Contrast-Enhanced Ultrasound Examination of the Liver, Kidneys and Spleen. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):26-34. (In Russian). DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-26-34

Information about the authors:

Borsukov A.V. <https://orcid.org/0000-0003-4047-7252>

Gorbatenko O.A. <https://orcid.org/0000-0002-8820-7713>

Venidiktova D.Yu. <https://orcid.org/0000-0001-5497-1476>

Tagil A.O. <https://orcid.org/0000-0001-6400-8405>