

*Н.В.Соболева¹, А.А.Карлсен^{2,3}, Т.В.Кожанова^{1,4}, В.С.Кичатова^{2,3},
В.В.Клушкина⁵, О.В.Исаева^{2,3}, М.Е.Игнатьева⁶, В.В.Романенко⁷,
Н.Д.Ооржак⁸, Е.Ю.Малинникова^{2,3}, К.К.Кюреган^{2,3}, М.И.Михайлов^{2,3}*

ЧАСТОТА ВЫЯВЛЕНИЯ АНТИТЕЛ К ВИРУСУ ГЕПАТИТА С СРЕДИ УСЛОВНО ЗДОРОВОГО НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

¹Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П.Чумакова, ²Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, ³НИИ вакцин и сывороток им. И.И.Мечникова, ⁴НПЦ медицинской помощи детям с пороками развития челюстно-лицевой области и врожденными заболеваниями нервной системы ДЗМ, Москва; ⁵Первый московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова; ⁶Управление Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия), Якутск; ⁷Центр гигиены и эпидемиологии Свердловской области, Екатеринбург; ⁸Инфекционная больница, Кызыл, Республика Тыва

Цель. Определить распространенность антител к вирусу гепатита С (анти-ВГС) среди условно здорового населения РФ. *Материалы и методы.* Исследованы образцы сыворотки крови, полученные от условно здорового населения РФ из пяти географически удаленных регионов с разным уровнем заболеваемости гепатитом С: Свердловской, Ростовской, Московской областей, Республики Тыва и Республики Саха (Якутия). Всего исследовано 4764 образцов, полученных от лиц из 10 возрастных групп: меньше 1 года, 1 — 4 лет, 5 — 9 лет, 10 — 14 лет, 15 — 19 лет, 20 — 29 лет, 30 — 39 лет, 40 — 49 лет, 50 — 59 лет, старше 60 лет. Анти-ВГС определяли методом иммуноферментного анализа с коммерческими тест-системами. *Результаты.* Общая распространенность анти-ВГС в 5 регионах РФ составила 2,6% (126/4764). Наибольшая частота выявления анти-ВГС была выявлена в Республиках Тыва и Якутия и составила 3,3%, в остальных регионах данный показатель варьировал от 1,7% (Московская область) до 3% в Свердловской области. Пиковые показатели выявления анти-ВГС среди населения в разных регионах были приурочены к разным возрастным группам: ≥60 лет в Республиках Тыва и Якутия (11% и 9,9% соответственно), 40 — 49 лет в Московской области (6,2%), 1 — 4 года и 30 — 39 лет в Свердловской области (5,9 и 4,9% соответственно) и 20 — 39 лет в Ростовской области (3,9%). *Заключение.* Результаты выявления анти-ВГС в различных возрастных когортах условно здорового населения РФ свидетельствуют о высокой степени пораженности ВГС практически всех возрастных групп в интервале от 20 лет до ≥60 лет. В каждом из обследованных регионов выявлены возрастные когорты, для которых целесообразно включение в региональные скрининговые программы.

Журн. микробиол., 2017, № 3, С. 99—106

Ключевые слова: гепатит С, анти-ВГС, возрастные когорты, диагностика, скрининг

*N.V.Soboleva¹, A.A.Karlsen^{2,3}, T.V.Kozhanova^{1,4}, V.S.Kichatova^{2,3},
V.V.Klushkina⁵, O.V.Isaeva^{2,3}, M.E.Ignatyeva⁶, V.V.Romanenko⁷,
N.D.Oorzhak⁸, E.Yu.Malinnikova^{2,3}, K.K.Kyuregan^{2,3}, M.I.Mikhaylov^{2,3}*

FREQUENCY OF DETECTION OF ANTIBODIES TO HEPATITIS C VIRUS AMONG CONVENTIONALLY HEALTHY POPULATION OF RUSSIAN FEDERATION

¹Chumakov Institute of Poliomyelitis and Viral Encephalitides, ²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, ³Mechnikov Research Institute of Vaccines and Sera, ⁴Scientific-Practical Centre of Medical Aid to Children with Development Diseases of Maxillofacial Region and Congenital Diseases of the Nervous System, Moscow; ⁵Sechenov First Moscow State Medical University; ⁶Administration of Rosпотребнадзор for the Sakha (Yakutia) Republic, Yakutsk; ⁷Centre for Hygiene and Prophylaxis for Sverdlovsk Region, Ekaterinburg; ⁸Infectious Hospital, Kyzyl, Republic Tyva, Russia

Aim. Determine the prevalence of antibodies to hepatitis C virus (anti-HCV) among conditionally healthy population of Russian Federation. *Materials and methods.* Sera samples obtained from conditionally healthy population of the Russian Federation from 5 geographically distant regions with different levels of morbidity for hepatitis C were studied: Sverdlovsk, Rostov, Moscow regions, Tyva and Sakha (Yakutia) Republics. 4764 samples were studied in total obtained from individuals of 10 age groups: younger than 1, 1 – 4, 5 – 9, 10 – 14, 15 – 19, 20 – 29, 30 – 39, 40 – 49, 50 – 59, older than 60 years. Anti-HCV were determined by commercial ELISA. *Results.* The total prevalence of anti-HCV in 5 regions of Russian Federation was 2.6% (126/4764). The highest frequency of detection of anti-HCV was detected in Tyva and Yakutia Republics and was 3.3%, in other regions this parameter varied from 1,7 (Moscow region) to 3% in Sverdlovsk region. Peak parameters of anti-HCV detection among population in various regions were connected with various age groups: older than 60 years in Tyva and Yakutia Republics (11 and 9.9%, respectively), 40 – 49 in Moscow region (6.2%), 1 – 4 and 30 – 39 years in Sverdlovsk region (5.9 and 4.9%, respectively) and 20 – 39 in Rostov region (3.9%). *Conclusion.* Results of anti-HCV detection in various age cohorts of conditionally healthy population of Russian Federation give evidence regarding high morbidity with HCV of almost all the age groups in the interval from 20 to older than 60 years. Age cohorts were detected in each of the studied regions for which inclusion into regional screening programs is feasible.

Zh. Mikrobiol. (Moscow), 2017, No. 3, P. 99–106

Key words: hepatitis C, anti-HCV, age cohorts, diagnostics, screening

ВВЕДЕНИЕ

Гепатит С (ГС) является одной из важнейших медико-социальных проблем здравоохранения во многих странах мира, в том числе и в Российской Федерации. Фундаментальные научные исследования молекулярной биологии вируса гепатита С (ВГС) позволили расшифровать различные аспекты его репликации и создать высокоэффективные (более 95%) безинтерфероновые лекарственные препараты [6]. Наличие таких лекарств сделало реальным разработку и осуществление программ по контролю за гепатитом С [4]. Современный арсенал профилактических (вакцины против гепатитов А и В, противоэпидемические мероприятия) и лечебных средств, препараты для лечения хронических гепатитов В и С позволили ВОЗ поставить цель – снизить к 2030 г. заболеваемость гепатитами в мире на 90% [7]. Достижение такой цели требует решения многих научных задач, получения объективных знаний о значимости вирусных гепатитов для здравоохранения, смертности и распространения как среди популяции в целом, так и в различных группах населения.

Анализ заболеваемости и смертности от вирусных гепатитов, проведенный в 2016 году, установил, что ранее полученные показатели не соответствовали истинному распространению вирусных гепатитов [8]. Сегодня считают, что более 1/3 населения Земли были ранее инфицированы вызывающими гепатит вирусами, а более 300 миллионов человек умирают от этой инфекции. Значительная доля заболеваемости и смертности принадлежит гепатиту С.

В разрабатываемых глобальных и региональных программах контроля за вирусными гепатитами существенное место отводится определению широты распространения гепатита С при помощи определения частоты обнаружения антител к вирусу гепатита С (анти-ВГС) в различных группах населения. Обязательным условием проведения таких работ является строго контролируемое исследование с использованием диагностических препаратов высокой чувствительности и специфичности. Изменение интенсивности циркуляции ВГС находит свое отражение в частоте обнаружения анти-ВГС, что делает

актуальным проведение новых скрининговых исследований [Kandeel A. et al., 2016]. Учитывая необходимость разработки российской программы по контролю над гепатитом С, такие работы являются актуальными.

Цель исследования — определение доли серопозитивных по анти-ВГС лиц в различных возрастных группах условно здорового населения, проживающих в регионах России с разным уровнем заболеваемости гепатитом С.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованы образцы сыворотки крови, полученные от условно здорового населения РФ из пяти географически удаленных регионов с разным уровнем заболеваемости ГС: Свердловской, Ростовской, Московской областей, Республики Тыва и Республики Саха (Якутия).

Всего было исследовано 4764 образца сыворотки крови, отобранных методом случайной выборки: 1047 — из Московской области, 954 — из Ростовской области, 871 — из Свердловской области, 910 — из Республики Тыва, 982 — из Республики Саха (Якутия). В исследование были включены лица 10 возрастных групп: меньше 1 года, 1 — 4 лет, 5 — 9 лет, 10 — 14 лет, 15 — 19 лет, 20 — 29 лет, 30 — 39 лет, 40 — 49 лет, 50 — 59 лет, старше 60 лет; каждая группа включала около 100 человек. Соотношение мужчин и женщин составило 1:1,4 (42,5%, 2023/4764 и 57,5%, 2741/4764 соответственно).

От всех пациентов было получено информированное согласие на проведение исследования, а также данные анкеты о факторах риска инфицирования ВГС (наличие татуировок, переливаний крови и хирургических вмешательств в анамнезе).

Анти-ВГС определяли методом иммуноферментного анализа с использованием тест-системы «ИФА-АНТИ-НСV» (НПО «Диагностические системы»). Все анти-ВГС позитивные образцы были подтверждены методом ИФА на наличие антител к структурным и неструктурным белкам ВГС с использованием тест-системы «ДС-ИФА-АНТИ-НСV-СПЕКТР-ГМ» (НПО «Диагностические системы»). Также все образцы, реактивные в первом скрининговом тесте на анти-ВГС, повторно тестировали в тесте на анти-ВГС другого производителя («MONOLISA Anti-HCV PLUS Assay Version 2», BioRad). Положительными признавали образцы, реактивные в двух тестах на анти-ВГС и в подтверждающем тесте на антитела к структурным и неструктурным белкам ВГС.

Статистическая обработка данных проведена с использованием вариационной статистики с помощью стандартной программы EXCEL 2010 и программы статистической обработки данных GraphPadPism 4. Статистическая обработка данных включала: выявление достоверности различий средних значений показателей в сравниваемых группах с использованием точного теста Хи-квадрат (различия оценивались как достоверные при вероятности 95% — $p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На момент сбора образцов сыворотки крови от условно здорового населения (2008 г.) наибольшие показатели заболеваемости ОГС (выше среднего показателя по РФ — 2,8 на 100 тыс. населения) отмечены в Московской области — 5,4 на 100 тыс. населения и Свердловской области — 4,4 на 100 тыс. населения. В отношении ХГС заболеваемость не превышала средний показатель по РФ (39,1 на 100 тыс. нас.), а в Республике Тыва была зарегистрирована самая низкая заболеваемость ХГС в сравнении с другими регионами (9,3

на 100 тыс. населения). В 2015 г. соотношение уровня заболеваемости ХГС в данных регионах оставалось таким же – в Московской, Ростовской, Свердловской областях и Республике Тыва заболеваемость ХГС (18; 17,3; 28 и 20,3 на 100 тыс. нас. соответственно) была ниже среднего показателя по РФ (38 на 100 тыс. нас.), в Республике Саха (Якутия) значительно превышала среднероссийский показатель (54,5 на 100 тыс. нас.).

Проведенное серологическое исследование установило, что общая распространенность анти-ВГС в 6 регионах РФ составила 2,6% (126/4764). При этом частота обнаружения анти-ВГС в Свердловской области составила 3,0% (26/871), в Республике Тыва – 3,3% (30/910), в Республике Саха (Якутия) – 3,3% (32/982), в Ростовской области – 2,1% (20/954). Самые низкие – в Московской области (1,7%; 18/1047, $p < 0,01$ при сравнении с показателями в республиках Тыва и Якутия).

Анализ возрастной структуры обнаружения анти-ВГС установил различия в исследуемых регионах РФ. В Республике Тыва самые высокие показатели распространенности анти-ВГС наблюдались в возрастных группах 40 – 49 лет и ≥ 60 лет и составили 9,1% (5/55) и 11% (12/110) соответственно ($p < 0,05$ при сравнении с остальными возрастными группами в регионе). В Якутии наибольшая частота выявления анти-ВГС зарегистрирована у лиц 30 – 39 лет – 8,1% (11/136) и ≥ 60 лет – 9,9% (9/91), что достоверно превышало показатель в остальных возрастных группах в регионе, составлявший не более 5,1% ($p < 0,05$). В Свердловской области высокие показатели выявления анти-ВГС наблюдались у детей в возрасте 1 – 4 лет – 5,9% (9/152) и в возрастной группе 30 – 39 лет – 4,9% (4/82), при этом анти-ВГС не были выявлены у детей до 1 года и в группе обследованных в возрасте 10 – 14 лет. В Ростовской области показатели распространенности анти-ВГС были выше у лиц в возрасте 20 – 29 лет и 30 – 39 лет и составили 3,9% в обеих группах. В возрастной группе лиц до 1 года, 5 – 9 лет и 15 – 19 лет анти-ВГС в образцах сыворотки крови не были обнаружены. В Московской области частота выявления анти-ВГС у лиц 20 – 29 лет составила 4,8% (5/103) и 40 – 49 лет – 6,2% (4/65) ($p < 0,05$ при сравнении с остальными возрастными группами в регионе).

В целом в 5 регионах РФ наиболее высокие показатели частоты выявления анти-ВГС отмечены в возрастных группах лиц старше 60 лет – 5,2% (28/537), 30 – 39 лет – 4,9% (22/452), 40 – 49 лет, 50 – 59 лет – 3,8% (16/424; 15/396 соответственно). Данные показатели достоверно отличаются от уровня выявления анти-ВГС в остальных возрастных группах ($p < 0,05$).

Проведенный анализ анкетных данных среди анти-ВГС позитивных лиц установил, что обследованные лица ранее не были осведомлены о своем ВГС-статусе. Результаты позволили выделить три основных фактора риска инфицирования ВГС: наличие хирургических операций в анамнезе и переливание крови, а также татуировок. Анализ распространенности факторов риска установил, что эти факторы регистрируются у анти-ВГС позитивных по сравнению с анти-ВГС-негативными лицами в возрастных группах 15 – 19 лет, 20 – 29 лет, 30 – 39 лет и 40 – 49 лет. В возрастной группе 50 – 59 лет факторы риска инфицирования ВГС регистрировались со сходной частотой как среди анти-ВГС позитивных, так и среди анти-ВГС негативных лиц (53,3 и 52% соответственно).

Доля лиц, имеющих, согласно анкетным данным, факторы риска инфицирования ВГС, составила 32,3% в возрастной группе 20 – 29 лет, независимо от статуса по анти-ВГС, что в 2,3 раза выше по сравнению с аналогичным показателем в возрастной группе 15 – 19 лет – 13,9%. В более старших возраст-

ных группах этот показатель еще более увеличивается и составляет в возрастных группах 30 — 39 лет, 40 — 49 лет, 50 — 59 лет и ≥ 60 лет 37,2; 46,6; 52 и 69% соответственно. Таким образом, начиная с возрастной группы 20 — 29 лет наблюдается резкое увеличение доли лиц, имеющих в анамнезе факторы риска инфицирования ВГС.

ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее адекватным методом оценки уровня распространения вирусного гепатита С в стране в целом и ее регионах является анализ регистрируемой заболеваемости в сочетании с определением процента обнаружения антител в различных группах населения. Особую важность при этом представляет собой возрастное распределение, так как полученные знания позволяют сосредоточить внимание на наиболее пораженных группах населения, что определяет дальнейшее принятие практических решений по профилактике гепатита С.

Так, исследования, проведенные в США, продемонстрировали наиболее высокую частоту выявления анти-ВГС (до 4,3%), в 5 раз превышающую показатель в общей популяции, в группе лиц, рожденных между 1945 и 1965 гг. [3]. Это в итоге привело к появлению рекомендаций по обязательному проведению скрининга на анти-ВГС для этого поколения и смещению ориентированности программ от групп риска к возрастным когортам [10, 12].

По данным официальной регистрации заболеваемости в РФ, наиболее высокий показатель заболеваемости ХГС регистрируется в возрастной группе 30 — 39 лет, на долю которой приходится 32% всех состоящих на учете больных ГС. Второе место по показателю заболеваемости ХГС в большей части округов занимают лица в возрасте 20 — 29 лет, доля которых составляет около 24% от всех больных ХГС. Однако в Дальневосточном Федеральном и Северокавказском Федеральном округах второе место по заболеваемости ХГС занимает возрастная группа 40 — 49 лет, которая по всем остальным округам РФ занимает лишь третье место по распространенности и на ее долю приходится 17 — 23% от всех больных ХГС [1].

Для исследования распространенности анти-ВГС как маркера встречи с вирусом в разных возрастных когортах нами были выбраны пять регионов РФ с разными уровнями заболеваемости ХГС: высоким (Республика Саха — Якутия), средним (Ростовская и Свердловская области), низким (Московская область и Республика Тыва). Полученные результаты продемонстрировали, что наибольшая частота выявления анти-ВГС пришлась на возрастную группу старше 60 лет (5,2%), далее следуют возрастные группы 30 — 39 лет (4,9%) и 40 — 49 лет, 50 — 59 лет (по 3,8%). Средний показатель, рассчитанный для всех обследованных возрастных групп — 2,6% (126/4764), представляется средним, поскольку не превышает условный показатель 3,5%, применяемый для дифференциации средней и высокой распространенности ВГС в мире [11].

В пяти обследованных регионах наибольшая распространенность анти-ВГС была приурочена к разным возрастным группам. Так, среди лиц старше 60 лет высокие показатели выявления анти-ВГС были отмечены в Республиках Тыва и Саха (Якутия). В средних возрастных группах также наблюдались отличия — группа 30 — 39 лет была наиболее пораженной в Свердловской области и Республике Саха (Якутия), тогда как в Московской области и Республике Тыва пик выявления анти-ВГС смещался в следующую возрастную группу — 40 — 49 лет. Кроме того, в Московской и Ростовской областях также высокая частота выявления была отмечена в возрастных группе 20 — 29 лет.

Выявленные различия между регионами в возрастной динамике распространности анти-ВГС могут отражать региональные различия эпидемиологии ГС. На основании анализа данных по выявлению анти-ВГС выделяют три модели передачи ВГС. В странах, для которых характерна первая модель (США, Австралия), большинство случаев инфекции выявляют среди лиц в возрасте 30 — 49 лет, заразившихся в относительно недавнем прошлом (10 — 30 лет назад). В странах, для которых характерна вторая модель передачи ВГС (Япония, Италия), большинство случаев заражения регистрируют среди пожилых лиц, инфицированных, по-видимому, в отдаленном прошлом. В странах с третьей моделью распространения ВГС (Египет) высокие показатели инфицированности наблюдаются во всех возрастных группах, что указывает на сохраняющийся риск передачи ВГС. В странах с первой моделью передачи вируса инъекционная наркомания является доминирующим фактором риска, тогда как при второй и третьей моделях передачи ВГС основную роль в распространении вируса играют небезопасные инъекции и контаминированное оборудование, применяемое при медицинских манипуляциях [13]. Применительно к полученным в нашем исследовании данным о распространности анти-ВГС в разных возрастных группах такая классификация позволяет отнести Московскую область к первому типу передачи ВГС. В остальных регионах, наряду с высокой пораженностью лиц в возрасте 30 — 49 лет, характерной для первого типа передачи вируса, присутствует второй пик выявления анти-ВГС среди лиц старше 60 лет, характерный для второго типа распространения ВГС. Таким образом, по-видимому, для РФ характерно сочетание двух моделей распространения ВГС, при котором среди молодых взрослых инфицирование происходит преимущественно в результате инъекционной наркомании, а среди пожилых лиц имела место нозокомиальная передача вируса. Для подтверждения данного предположения необходим генетический анализ штаммов ВГС, выделенных в данном исследовании, для оценки распределения генотипов ВГС в разных возрастных группах и установления филогенетических связей между выявленными изолятами вируса. Это является целью дальнейшей работы в данном направлении.

Важным фактом является то, что никто из обследованных лиц, у которых были выявлены анти-ВГС, не знал о своем статусе. По данным литературы, около 65 — 75% людей, инфицированных ВГС, не знают о своем статусе, при этом такая ситуация характерна и для развитых стран [5, 9]. Это свидетельствует о том, что существующие рекомендации по скринингу на основании факторов риска недостаточны эффективны. В РФ разработаны «Рекомендации по диагностике и лечению взрослых больных гепатитом С» под ред. В.Т.Ивашкина, Н.Д.Ющука (2014 г.), согласно которым скрининг на маркеры инфицирования ВГС необходимо проводить следующим группам лиц: беременные женщины; реципиенты крови и ее компонентов, органов и тканей; персонал медицинских организаций; пациенты центров и отделений гемодиализа, пересадки почки, сердечно-сосудистой и легочной хирургии, гематологии; пациенты перед поступлением на плановые хирургические вмешательства, перед проведением химиотерапии; больные с хроническими заболеваниями, в том числе с поражением печени; пациенты наркологических и кожно-венерологических диспансеров; опекаемые и персонал учреждений с круглосуточным пребыванием детей или взрослых; контактные лица в очагах острого и хронического гепатита С; лица, относящиеся к группам риска по заражению ВГС (потребители инъекционных наркотиков и их половые партнеры, лица, оказывающие услуги сексуального характера, и их половые

партнеры, мужчины, практикующие секс с мужчинами, лица с большим количеством случайных половых партнеров); лица, находящиеся в местах лишения свободы; доноры крови (ее компонентов), органов и тканей, спермы; дети в возрасте до 12 месяцев, рожденные от инфицированных ВГС матерей; больные с иммунодефицитом (больные онкологическими заболеваниями, пациенты на гемодиализе, пациенты на лечении иммунодепрессантами и др.); больные, имеющие заболевание печени неясной этиологии [2].

Полученные в нашем исследовании результаты выявления анти-ВГС в различных возрастных когортах условно здорового населения РФ свидетельствуют о высокой степени пораженности ВГС практически всех возрастных групп в интервале от 20 лет до ≥ 60 лет. Такие результаты не позволяют рекомендовать в масштабах страны скрининг на анти-ВГС какой-либо одной возрастной когорты как имеющий преимущество перед скринингом групп риска. Однако в каждом из обследованных регионов были выявлены возрастные когорты, для которых целесообразно включение в региональные скрининговые программы. Так, для Республики Тыва — это возрастные группы 40 — 49 лет и ≥ 60 лет, для Республики Саха (Якутия) и Свердловской области — 30 — 39 лет и ≥ 60 лет, для Московской области — 20 — 29 и 40 — 49 лет, для Ростовской области — 20 — 39 лет. В заключение необходимо отметить, что скрининговые программы приобретают экономическую эффективность в случае, когда сочетаются с программами доступного эффективного лечения ГС. Дальнейшие исследования необходимы для оценки величины охвата противовирусной терапией, требующейся для значимого снижения ВГС-ассоциированной смертности и предотвращения дальнейшего распространения инфекции с учетом текущей эпидемиологической ситуации.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-15-30039).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вирусные гепатиты в Российской Федерации. Под ред. В.И.Покровского, А.Б.Жебруна. СПб, ФБУН НИИЭМ им. Пастера, 2013.
2. Рекомендации по диагностике и лечению взрослых больных гепатитом С. Министерство здравоохранения Российской Федерации. 2013 год. http://gepatit-c.ru/treatment/pdf/hcv_rek_2013.pdf.
3. Armstrong G.L., Wasley A., Simard E.P. et al. The prevalence of hepatitis C virus infection in the United States, 1999 through 2002. *Ann. Intern. Med.* 2006, 144: 705-714.
4. Durham D.P., Skrip L.A., Bruce R.D. et al. The impact of enhanced screening and treatment on hepatitis C in the United States. *Clin. Infect. Dis.* 2016, 62 (3): 298-304. doi: 10.1093/cid/civ894.
5. Deuffic-Burban S., Deltenre P., Buti M. et al. Predicted effects of treatment for HCV infection vary among European countries. *Gastroenterology.* 2012, 143 (4): 974-985.
6. González-Grande R., Jiménez-Pérez M., González Arjona C., Mostazo Torres J. New approaches in the treatment of hepatitis C. *World J. Gastroenterol.* 2016, 22 (4): 1421-32. doi: 10.3748/wjg.v22.i4.1421.
7. Global health sector strategy on viral hepatitis 2016-2021. World Health Organization, 2016. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/246177/1/WHO-HIV-2016.06-eng.pdf>.
8. Lanini S., Easterbrook P.J., Zumla A., Ippolito G. hepatitis c: global epidemiology and strategies for control. *Clin. Microbiol. Infect.* 2016, Aug 10. pii: S1198-743X(16)30300-7. doi: 10.1016/j.cmi.2016.07.035.
9. Lemoine M., Nayagam S., Thursz M. Viral hepatitis in resource-limited countries and access to antiviral therapies: current and future challenges. *Future Virol.* 2013, 8 (4): 371-380.
10. McGarry L.J., Pawar V.S., Panchmatia H.R. et al. Economic model of a birth cohort screening program for hepatitis C virus. *Hepatology.* 2012, 55 (5): 1344-1355.
11. Mohd Hanafiah K., Groeger J., Flaxman A.D., Wiersma S.T. Global epidemiology of hepati-

tis C virus infection: new estimates of age-specific antibody to HCV seroprevalence. *Hepatology*. 2013, 57(4): 1333-1342.

12. Smith B.D., Morgan R.L., Beckett G.A. et al. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Recommendations for the identification of chronic hepatitis C virus infection among persons born during 1945-1965. *MMWR Recomm. Rep.* 2012, 61 (No. RR-4): 1-32. Erratum in: *MMWR Recomm Rep.* 2012, 61: 886.
13. Wasley A., Alter M.J. Epidemiology of hepatitis C: geographic differences and temporal trends. *Semin Liver Dis.* 2000, 20: 1-16.

Поступила 18.12.16

Контактная информация: Соболева Наталья Васильевна,
142782, Москва, поселение Московский, поселок Института полиомиелита,
27 км Киевского шоссе, р.т. (495)841-90-12

ОБЗОРЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

О.В.Борисова¹, Е.Б.Файзулов¹, А.А.Марова¹, В.И.Кукушкин², В.В.Зверев¹

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭФФЕКТА ГИГАНТ-СКОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА В ДИАГНОСТИКЕ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ

¹НИИ вакцин и сывороток им. И.И.Мечникова, Москва; ²Институт физики твердого тела, Черноголовка

Представлены последние достижения в использовании иммунохимических методов с детекцией методом гигантского комбинационного рассеяния света (ГКР), которые могут найти применение для выявления вирусных маркеров. Как и в случае традиционных иммунохимических анализов, эти методы часто базируются на твердофазном иммунохимическом анализе «сэндвич-типа». Необходимым составляющим иммунохимических методов с ГКР-детекцией являются ГКР-активные субстраты, для создания которых в последние годы было разработано множество подходов. Несмотря на сложность достижения высокой чувствительности и специфичности при анализе многокомпонентных клинических образцов продемонстрирован ряд успешных примеров с многообещающими результатами.

Журн. микробиол., 2017, № 3, С. 106—114

Ключевые слова: диагностика вирусных инфекций, эффект гигантского комбинационного рассеяния света, ГКР-репортер, иммунохимические методы, антиген, антитело

O.V.Borisova¹, E.B.Fayzuloev¹, A.A.Marova¹, V.I.Kukushkin², V.V.Zverev¹

PROSPECTS AND PROBLEMS OF USING THE EFFECT OF SURFACE-ENHANCED RAMAN SCATTERING IN THE DIAGNOSIS OF VIRAL INFECTIONS

¹Mechnikov Research Institute of Vaccines and Sera, Moscow; ²Institute of Solid State Physics, Chernogolovka, Russia

This review presents the latest advances in the use of surface-enhanced Raman scattering (SERS) immunoassay, which can be used to detect viral markers. As in the case of conventional immunoassays, these methods are often based on «sandwich-type» solid phase immunoassay. In