

УДК 616.8-07+616.98

## РЕТРОВИРУСЫ ОБЕЗЬЯН КАК ВЕРОЯТНАЯ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

<sup>1</sup> И.М.Улюкин, <sup>2</sup> Н.Я.Щербак, <sup>3</sup> И.А.Антипина, <sup>2</sup> Н.В.Андреева, <sup>1</sup> Е.С.Орлова

<sup>1</sup> Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Клиническая инфекционная больница им. С.П.Боткина, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Городской антирабического центр на базе поликлиники № 38, Санкт-Петербург, Россия

## MONKEY RETROVIRUSES AS A POSSIBLE THREAT TO HUMANS

<sup>1</sup> I.M.Uliukin, <sup>2</sup> N.Ya.Shcherbak, <sup>3</sup> I.A.Antipina, <sup>2</sup> N.V.Andreeva, <sup>1</sup> E.S.Orlova

<sup>1</sup> Military Medical Academy named after S.M.Kirov, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Clinical Infectious Diseases Hospital named after S.P.Botkin, Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Rabies City Centre at the base of № 38 City Outpatient Hospital, Saint-Petersburg, Russia

© Коллектив авторов, 2016 г.

Исследование посвящено особенностям путей передачи в условиях мегаполиса и клинико-лабораторной диагностики заболеваний человека, вызванных ретровирусами обезьян, которые имеют высокую медико-социальную значимость, обусловленную как особенностями контингента пораженных лиц, так и трудностями диагностики. Отмечено, что большая часть вирусных патогенов, которые были диагностированы в последние десятилетия у человека, считаются проистекающими от разных видов животных. Таким образом, инфицирование человека обезьяньими вирусами является предметом растущей озабоченности общественного здравоохранения, что имеет в своей основе способность ретровирусов к межвидовому преодолению, адаптации к новому хозяину, а иногда и распространению в этих новых видах. Новые диагностические инструменты и технологии будут способствовать обеспечению заблаговременного предупреждения инфицирования человека обезьяньими ретровирусами. Тем более что нельзя предугадать, как поведут себя эти вирусы, будучи перенесенными в генетически отличные этнические группы людей, которые к тому же проживают на территориях с иными внешними факторами и социальными условиями.

**Ключевые слова:** ретровирусы обезьян, пути передачи, клинико-лабораторная диагностика у человека, нормативная документация.

Considered in the present paper are the characteristics of dissemination in a megalopolis and of clinic-laboratory diagnostics of human diseases caused by monkey retroviruses, whose socio-medical significance is defined by the specifics of affected populations and by diagnostic difficulties. Most viral pathogens diagnosed in humans over the last decade are acquired from animals. In particular, monkey viruses rise increasing concern because of their ability to cross interspecies barriers, to adapt to new hosts and to spread among them. Novel diagnostic instruments and technologies are required to prevent infecting humans with monkey retroviruses, because their behavior in different ethnic populations under diverse environmental and social conditions is currently unpredictable.

**Key words:** monkey retroviruses, transmission routes, clinic-laboratory diagnostics, normative documentation.

**Введение.** Многие виды обезьян являются носителями различных ретровирусов, наиболее изученными из которых на сегодняшний день являются вирус иммунодефицита обезьян (simian immunodeficiency viruses, SIV), обезьяньи Т-клеточный лимфотропный вирус (simian T-cell lymphotropic viruses, STLV) и обезьяньи пенящийся вирус (simian foamy viruses, SFV) [1]. Исходный ретровирус (вероятно, эндогенный ретровирус ERV группы V) проник в геном животных и «прижился» там после того, как географически разде-

лились линии обезьян и лемуров, но до того как разошлись обезьяны Старого и Нового света, то есть между 77 и 43 млн. лет назад [2].

Говоря о вирусе иммунодефицита обезьян, следует отметить, что общепринятая теория происхождения вируса иммунодефицита человека (ВИЧ-2) в последней версии исходит из того, что первично патоген шимпанзе SIVcpz и SIVsm из дымчатых мангобеев за последние 100–200 лет преодолел межвидовой барьер и сначала проник в популяцию горилл (SIVgor), а патоген шимпанзе

SIVcpz привел к формированию подтипов M и N, а в дальнейшем после пассажа в популяции горилл и других — O и P ВИЧ-1 [3, 4], хотя не все исследователи разделяют это мнение [5]. Есть также мнение, что ВИЧ появился в 1920–1930 годах, когда SIV, преодолев межвидовой барьер, перешел от шимпанзе к человеку, что произошло в Западной Африке [6], хотя вариации в клеточном поверхностном 5'CCR5-рецепторе резко отличаются у шимпанзе и человека [7].

В настоящее время SIV зарегистрирован у 26 различных видов африканских приматов. Этот вирус может быть передан половым путем через слизистую оболочку (многослойный плоский эпителий) крайней плоти и головки полового члена, изначально инфицирует клетки Ларгенганса в матке, шейке матки и влагалище животных (на примере макака резус), а затем последующие раунды репликации происходят в дренирующих лимфатических узлах до распространения в кровотока и отдаленную лимфоидную ткань [8]. Даже, несмотря на эффективную антиретровирусную терапию, в организме животных могут формироваться резервуары латентных или мутировавших SIV-вирусов, например, в семени [9], в головном мозге животных [10], в селезенке, лимфоузлах и тимусе. Данные вирусы были определены несколькими различными лабораторными методами [11], в том числе методом иммуно-ПЭТ (выявление антител к вирусу посредством позитронно-эмиссионной томографии) [12].

В случае обезьян отмечено, что эпидемия SIV-1 и STLV-1-инфекции поддерживается в основном за счет передачи на поздних стадиях заболевания [13]. В дикой природе случаев SIV-иммунодефицита не выявлено по причине недостаточного наблюдения за животными или их короткого срока жизни, тогда как у обезьян в неволе такие случаи описаны [14].

Несмотря на то, что ни одного случая заражения человека SIVcpz или SIVgor не выявлено, не исключено, что инфицирования человека, в частности, SIVcpz, могут иметь место, но оставаться нераспознанными как вследствие ограниченной выборки людей из группы риска заражения, так и из-за отсутствия конкретных серологических тестов [15].

Обезьяний T-клеточный лимфотропный вирус (simian T-cell lymphotropic viruses, STLV) считается весьма консервативной группой вирусов с генотипами, которые распределены в соответствии

с географическими регионами, а не зараженными видами обезьян [16], при этом периодически обнаруживаются новые субтипы вируса.

Филогения T-лимфотропного вируса приматов (primate T-lymphotropic viruses, PTLV), к которым относятся человеческие и обезьяньи T-лимфотропные вирусы (HTLV и STLV) показывает, что как HTLV-I, так и HTLV-II имеют обезьянье происхождение, однако их дальнейшая эволюция продолжалась в различных условиях: так, HTLV-I включает в себя 6 подтипов, которые произошли от STLV-I через несколько различных пассажей в различных географических зонах между обезьяньими и человеческими носителями вируса [17]. Отмечено, что STLV-4 является эндемическим заболеванием горилл и что вирус HTLV-4 вышел из этого резервуара, вероятно, через охоту и разделку туш диких горилл [18]. В связи с выявлением новых случаев HTLV-3-инфекции у лиц, проживающих в Камеруне, предполагается, что этот вирус не является чрезвычайно редким в человеческой популяции, живущей в Центральной Африке [19].

Ситуация для вируса HTLV-1 в некоторых аспектах, по данным разных авторов, также связана с межвидовой передачей STLV-1 от инфицированных обезьян человеку, вследствие контактов высокого риска с инфицированными жидкостями тела животных (кровь, слюна и пр.) в процессе охоты. По мере развития объемов исследований и улучшения лабораторной диагностики описываются и другие вирусы группы, в том числе и в сочетаниях, в частности, STLV-1 и STLV-3 [20]; выявлен и новый вирус, названный STLV-5 [21].

Однако эволюция этих вирусов не закончена. Так, отмечено, что частота инфицирования человека вирусом HTLV-1 была связана с тяжестью укуса обезьяны [22] и составила 8,6% среди укушенных людей (1,5% в контроле), 56% из которых были также инфицированы вирусом SFV тоже вследствие тяжелых укусов; в исследовании обсуждается возможность трансформации STLV-1 в HTLV-1. Тем временем в работе М.Казанji и соавт. [23] отмечено выявление штамма Gab-16H субтипа D HTLV-1, который имел тесное сходство в нуклеотидной последовательности (99,6% гомологии для области LTR генома и 98,4% гомологии для гена GP21 Env) с нуклеотидной последовательностью вируса STLV-1, выявленной ранее в STLV-1-инфицированных обезьянах того же региона. В отличие от людей, у которых сочетание «ВИЧ+HTLV-1» ухудшает клинический исход, в группе нечелове-

кообразных приматов, инфицированных сочетанием «SIV+STLV-1» только в двух случаях (из 13 описанных) были отмечены инфекционный дерматит и генерализованная чесотка, редко встречающиеся в этой группе обезьян [24].

Обезьяний пенящийся вирус (simian foamy viruses, SFV), который широко распространен у нечеловекообразных приматов, активно реплицируется в клетках ротовой полости и передается человеку во время укусов с развитием у него персистирующей инфекции с выявлением вируса методом количественной полимеразной цепной реакции в основном в CD8-, CD4-, CD19-лимфоцитах, и редко в CD14-моноцитах и в CD56-натуральных киллерах, а также в слюне зараженного лица [25]. Полагают, что передача от человека человеку маловероятна, а вот возможность реактивации вируса в организме человека (с развитием тех или иных клинических проявлений) в статье не рассмотрена. У иммунокомпетентных животных SFV реплицируется на определяемом уровне не только в клетках слизистой оболочки полости рта, но и в виде провирусов содержится в других тканях организма, в частности, в мононуклеарных клетках периферической крови, что создает дополнительную возможность для трансмиссии [26].

Инфицирование вирусом SFV может произойти у лиц, в том или ином виде работающих с приматами, или иными путями в естественных условиях, при этом персистирование вируса в организме человека возможно в течение ряда лет при низкой вирусной нагрузке [27]. В исследовании N.D. Wolfe и соавт. [28] выделено три географически независимых штамма SFV, каждый из которых был от отдельного вида нечеловекообразных приматов. У лиц, работающих с обезьянами, вирус SFV встречается чаще, чем остальные вирусы обезьян, при этом у человека описаны новые варианты данного вируса, выделенные от различных видов этих животных [29]. Отдельные животные могут быть носителями более чем одного штамма SFV, и такое присутствие является более распространенным среди пожилых животных [30]. С другой стороны, люди также могут быть одновременно заражены несколькими штаммами SFV, при этом некоторые индивидуумы инфицированы одновременно аутохтонным штаммом SFV, а также штаммами из другого географического района [31].

На сегодняшний день признаков заболевания, вызванного вирусом SFV, или факта передачи его от человека человеку не задокументировано [27].

Инфицированность вирусом SFV составляет 10%, при этом у зараженных им вследствие укуса лиц развивается персистирующая инфекция с низким генетическим дрейфом [32]; отмечено, что укушенные лица не проявляют клинических признаков SFV-инфекции и через 15 лет после травмы. В некоторых странах пораженность ниже, к примеру, в Бангладеш вирусом SFV инфицировано 5% сельских жителей [33], о формах заболевания с клиническими проявлениями не сообщается. Правда, явное отсутствие патогенности у SFV-инфицированных лиц основывается на очень ограниченном числе случаев [34], что сильно контрастирует со значительным «in vitro» проявлением литических свойств этих вирусов в обезьяньих и человеческих культурах клеток [35].

Еще один важный вопрос касается возможного коинфицирования SFV и ВИЧ одного и того же человека. Так, несмотря на пандемию ВИЧ-инфекции в районах, где живут SFV-инфицированные люди (Центральная Африка и Юго-Восточная Азия), данных о заражении такими совместными инфекциями получено очень мало; поэтому насколько ВИЧ-индуцированная иммуносупрессия может ускорить прогрессирование основного заболевания болезни из-за SFV-инфекции остается неизвестным [36]. Необходимо проведение дополнительных исследований и разработка новых лабораторных методик для того, чтобы лучше определить распространенность и естественное течение SFV-инфекции у человека [37].

Рассмотренные выше обезьяньи ретровирусы широко используются для оценки моделей стратегий предотвращения различных путей передачи ВИЧ, для создания вакцины, защищающей человека от ВИЧ, для получения на обезьянах сходных с вызываемыми ВИЧ состояниями у человека, а также для разработки подходов к специфической терапии ВИЧ-инфекции [38–40]. Считается, что раскрытие механизмов сохранения Th17-лимфоцитов (подтип Т-хелперов, который в больших количествах продуцирует провоспалительный цитокин — IL-17) при естественном заражении вирусом SIV может определить терапевтические мишени для улучшения функционирования Th17-лимфоцитов у больных с ВИЧ-инфекцией, тем самым способствуя иммунологическому восстановлению барьера слизистой оболочки кишечника [41]. В подобных исследованиях задействован также вирус-химера SHIV (simian-human immunodeficiency viruses), созданный на основе вируса SIVmac239 [42]. Латентная

вирусная инфекция обезьян (в частности, вызываемая STLV-1, а также CMV, EBV) не влияет ни на показатели крови, ни на интерфероновый статус обезьян, что позволяет расценивать этих животных как клинически здоровых и пригодных для моделирования заболеваний человека [43]. Это обусловлено и низкой репликативной активностью вирусов в организме обезьян, и, соответственно, невысокой экспрессией их специфических антигенов.

Исследования, в которых изучались бы возможные пути передачи этих вирусов от носителей человеку и клинические проявления вызываемых ими заболеваний у человека в России практически не проводились, в том числе и потому, что данные вирусы в нашей стране России практически не встречаются.

**Целью** настоящей работы являлся анализ возможных путей передачи обезьяньих ретровирусов человеку в условиях мегаполиса и тактика ведения травмированных обезьянами людей в этих условиях для совершенствования эпидемиологического надзора за экзотическими заболеваниями.

Объект исследования составили отчет Санкт-Петербургского антирабического центра за 2013–2015 годы и метанализ результатов научных исследований по проблеме распространения, клинических проявлений и лабораторной диагностики обезьяньих ретровирусов у человека, размещенных в зарубежных и отечественных научных библиографических базах. Проведен анализ существующих нормативных документов, касающихся состояния здоровья диких животных, ввозимых в нашу страну, и их лабораторного обследования.

В 2012–2013 годах и ранее отчет по видам животных, нанесших травмы людям, в городском Антирабическом центре (Центр) не проводился, сведения анализировались суммарно, в частности, по разделам: «Пострадавшие от укусов животных с установленным клиническим бешенством», «Пострадавшие от укусов животных с установленным лабораторным бешенством», «Пострадавшие от укусов диких животных», «Пострадавшие от укусов домашних животных, в том числе от собак, от кошек, от прочих животных». В 2013 году за антирабической помощью обратилось 6157 пострадавших, в 2014-м — 6339, в первой половине 2015 года — 3205 человек.

Однако ретроспективно был отмечен рост количества людей, покусанных (ослуженных, оцарапанных) именно обезьянами. Так, в 2014 году и в первой половине 2015-го количество людей, укушенных обезьянами, составило 45/39 человек, соответ-

ственно, или 0,007/0,012% от общего числа лиц, обратившихся в Центр за медицинской помощью. Вероятно, что ситуация в целом по городу не отражена, так как не все пострадавшие обратились за медицинской помощью либо могли обратиться по месту травмы за пределами города или в другие медицинские государственные/коммерческие структуры, где подобный статистический анализ не предусмотрен. Распределение по породам обезьян в отчетной документации также не предусмотрено.

Укусы были произведены в верхние конечности — 28/26 случаев, нижние — 13/11, в голову и шею — 4/2. Все укусы были неглубокими и единичными.

При оказании медицинской помощи пострадавшим Антирабическая служба города руководствовалась положениями Приказа МЗ РФ № 297 от 07.10.1997 г. «О совершенствовании мероприятий по профилактике заболевания людей бешенством», Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 54 от 06.05.2010 г. «Об утверждении СП 3.1.7.2627-10 „Профилактика бешенства среди людей”» и Распоряжением Комитета по здравоохранению Правительства Санкт-Петербурга № 537-р от 01.09.2009 г. «О мерах по усовершенствованию антирабической помощи в Санкт-Петербурге».

Если укус произошел в зарубежных странах пребывания пострадавшего (Абхазия, Вьетнам, Индия, Индонезия, Таиланд, Тунис), то последний получал курс вакцинации против бешенства зарубежными вакцинами по месту травмирования, с продолжением при необходимости вакцинации после прибытия в Россию.

Вместе с тем, в нашем городе обезьяны кусали людей как в контактных зоопарках (под которыми подразумеваются интерактивные образовательные площадки на территории стационарного зоопарка либо специально оборудованная территория, где можно свободно общаться с животными под наблюдением выделенных смотрителей, предполагающие просветительную и образовательную работу для посетителей), так и при нахождении в личном пользовании у фотографов. Это обусловлено тем, что человек редко понимает язык жестов и звуков приматов. В большинстве случаев неожиданную агрессию можно было бы предотвратить, если бы смотритель/посетитель вовремя понял поведение обезьяны и исправил положение или свое поведение, так как не может быть двух доминирующих животных (человек и обезьяна); в дикой же природе домини-



рующие животные постоянно выясняют отношения; то же самое обезьяна будет делать и в неволе.

В случае нахождения животных в клетках зоопарков или на руках у фотографов за покусавшими обезьянами устанавливалось наблюдение в течение 10 дней. Обследование зверей на бешенство не проводилось. После завершения курса вакцинации пострадавшие в Центр не обращались. Существующими руководящими документами обследование пострадавших людей и животных на ретровирусы обезьян не предусмотрено [44], хотя, вероятно, необходимо было бы установить клиническое динамическое наблюдение на срок до 12 месяцев (как в случаях контакта по ВИЧ-инфекции, потому что лабораторное обследование по техническим причинам не представляется возможным).

Необходимо отметить, что в 2013 году от проведения иммунопрофилактики бешенства по тем или иным причинам отказалось под роспись 2911 человек, в 2014-м — 2712 человек, в первой половине 2015 года — 1362 пациента.

В отношении здоровья диких животных, ввозимых в нашу страну, нормативными документами установлено следующее. Приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации № 47 от 27.02.2008 г. определен Перечень видов животных и растений, подпадающих под действие Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС) (утвержден 14-й Конференцией Сторон СИТЕС, действует с 13 сентября 2007 г.), куда входят и обезьяны, подлежащие официальному декларированию.

Про обезьян, привозимых физическими лицами для личного пользования, в Постановлении Правительства Российской Федерации № 501 от 29.06.2011 г. не сказано ничего (хотя подход, вероятно, схожий), но в п. 4.2 Ветеринарного сертификата на экспортируемых на таможенную территорию Таможенного союза Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации приматов (Форма № 21 в редакции Решения Коллегии Евразийской экономической комиссии № 262 от 04.12.2012 г.) отмечено, что экспортируемые на таможенную территорию Таможенного союза животные в течение 30 дней перед допуском на территорию должны находиться в карантине, во время которого проводится поголовный клинический осмотр с обязательной термометрией, а также выполняются исследования на наличие антител к возбудителям геморрагических лихора-

док (Ласса, Эбола, Марбург, Денге, желтой лихорадки, ВИЧ, лимфатического хориоменингита, гепатита типов А, В, С, оспы обезьян, герпеса В) и на наличие возбудителей группы энтеробактерий (эшерихий, сальмонелл, шигелл, кампилобактерий), а также возбудителей лепры, риккетсиозов, боррелиозов, туберкулеза. Но все это относится к животным, легально ввозимым в страну. Необходимо подчеркнуть, что заболевания, вызываемые ретровирусами обезьян, не входят в анализ эпизоотической ситуации в мире, проводимый Россельхознадзором.

Правда, человеческие и ветеринарные вакцины бывают контаминированы обезьяньими вирусами (в том числе теми, на которые нет коммерческих лабораторных тестов), и которые считаются безвредными или менее опасными, нежели аттенуированные живые вирусы в вакцинах [45], при том, что ряд наиболее изученных из них способен спровоцировать тяжелые заболевания у человека (например, опухоли мозга, костей, неходжкинскую лимфому и мезотелиому) [46].

Необходимо также иметь в виду легально потребляемое на местах [47] и нелегально ввозимое в другие страны мясо диких животных, включая обезьян, зараженное в том числе и ретровирусами, которое поставляется в рестораны, в частности, китайской кухни [48] (исследования проводились, в частности, в США, в Бразилии, в других лесных регионах Южной Америки); каков реальный объем нелегального импорта опасных продуктов, сказать трудно. По нашей стране подобных данных найти не удалось.

Важно отметить и такой фактор передачи ретровирусов животным человеку, как зоофилия. Так, в работе S.C.Zequi [49] отмечено, что секс с животными практиковали 34,8% опрошенных, при этом 29,8% респондентов практиковали групповой, а 70,2% — индивидуальный секс; 39,5% делали это еженедельно или чаще, а 15% — ежемесячно; исследователи считают, что секс с животными взаимосвязан с венерическими болезнями и раком полового члена. Так что данную эпидемиологическую составляющую по ретровирусам животных нельзя оставлять без внимания. Кроме того, зоофилия в детстве в дальнейшем может быть потенциальным предшественником взросло-го межличностного насилия [50].

Еще одним важным узким моментом общественного здравоохранения является ксенотрансплантация, которая, как предполагалось, решит проблемы

нехватки трупных органов, потребности в родственной трансплантации, торговли органами для трансплантации. Однако (не считая других трудностей, в частности, касающихся лабораторной диагностики вирусов) было показано, к примеру, что эндогенные ретровирусы свиньи могут поражать человеческие клетки в культуре тканей [51], что чревато возможностью появления рекомбинантного вируса, который может оказаться патогенным для человека с возможным развитием пандемии; формально генетическая модификация животных, возможно, способна уменьшить риск отторжения и в чем-то улучшить функцию трансплантата, но она сама по себе может привести к дополнительным рискам в виде возникновения новых/мутации уже существующих опасных возбудителей болезней животных, опасных для человека/животных. Так, изучен и документирован факт интеграции генома экзогенного ретровируса обезьян типа D (SRV, simian retroviruses) в 17-ю хромосому человека [52].

**Заключение.** Таким образом, известно, что большая часть вирусных патогенов, которые были диагностированы в последние десятилетия у человека, считается проистекающей от разных видов животных [53]. Инфицирование человека обезьяньими вирусами, рассмотренными в данном исследовании, неизбежно является предметом растущей озабоченности общественного здравоохранения, так как считается, в частности, что ретровирусы имеют способность к межвидовому преодолению, адаптации к новому хозяину, а иногда и распространению в этих новых видах.

Приматы играют важную роль в изучении этиологии, патогенеза, трансмиссии и профилактических мероприятий в отношении ретровирусов у человека [54], тем не менее, наши знания о генетическом разнообразии и межвидовой передаче ретровирусов обезьян далеко не полны [55], что осложняется еще и тем, что зачастую доступ к местам естественного обитания животных весьма затруднен [56].

Вместе с тем, отмечено развитие у обезьян случая СПИДа, вызванного ВИЧ-1. Так, во время адаптации в течение четырех пассажей у макака, этот вирус приобрел способность противодействовать фактору ограничения репликации тетерину (tetherin, антиген

2 стромы костного мозга), что постепенно позволило вирусу воспроизводиться в более высоких концентрациях, что, в конечном счете, вызвало истощение популяции CD4-лимфоцитов и развитие СПИД-индикаторных состояний; необходимо, правда, отметить, что в исследовании были задействованы специальные клоновые NL4-3-производные вирусов ВИЧ-1 [57]. Считается, что подобные исследования могут содействовать выработке новых подходов, в частности, к разработке вакцины против ВИЧ.

Ранее проведенными исследованиями в Западной Африке было установлено, что каждый подтип ВИЧ-2 возникал из широко расходящихся штаммов вируса SIVsm [58]. И вот — в настоящее время продемонстрировано, как один из штаммов вируса SIV (SIVsmm753) был лабораторно идентифицирован как новый вариант HIV-2 (HIV-2-07IC-TNP03) и диагностирован в организме 8-летнего ребенка [59].

Поэтому, коль скоро существующими руководящими документами обследование пострадавших людей и животных на ретровирусы обезьян не предусмотрено, вероятно, необходимо было бы установить клиническое динамическое наблюдение на срок до 12 месяцев (как в случаях контакта по ВИЧ-инфекции, потому что по техническим причинам лабораторное обследование не представляется возможным).

С другой стороны, эффективность лабораторной диагностики ВИЧ-инфекции у человека зависит от корректного использования диагностических методов в лабораториях, должным образом оснащенных и укомплектованных персоналом, работающим в рамках отлаженных систем качества [60]. Поэтому новые диагностические инструменты и технологии будут способствовать обеспечению заблаговременного предупреждения инфицирования человека обезьяньими ретровирусами, что может принести несомненную пользу общественному здравоохранению. Тем более что нельзя предугадать, как поведут себя эти вирусы, будучи перенесенными в генетически отличные этнические группы людей, которые к тому же проживают на территориях с иными внешними факторами и социальными условиями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ayoub A., Duval L., Liegeois F., Ngin S., Ahuka-Mundeke S., Switzer W.M., Delaporte E., Ariey F., Peeters M., Nerrienet E. Nonhuman primate retroviruses from Cambodia: high simian foamy virus prevalence, identification of divergent STLV-1 strains and no evidence of SIV infection // *Infect. Genet. Evol.* — 2013. — № 18. — P. 325–334.

2. *Kjeldbjerg A.L., Villesen P., Aagaard L., Pedersen F.S.* Gene conversion and purifying selection of a placenta-specific ERV-V envelope gene during simian evolution // *BMC Evol. Biol.* — 2008. — № 8. — P. 266.
3. *Hahn B.H., Shaw G.M., De Cock K.M., Sharp P.M.* AIDS as a zoonosis: scientific and public health implications // *Science.* — 2000. — Vol. 287, № 5453. — P. 607–614.
4. *Gessain A.* [Mechanisms of viral emergence and interspecies transmission: the example of simian foamy viruses in Central Africa] // *Bull. Acad. Natl. Med.* — 2013. — Vol. 197, № 9. — P. 1655–1667.
5. *Сергеев В.П.* Гипотеза о внеафриканском происхождении вируса иммунодефицита человека 1-го типа (ВИЧ-1) // *Журнал инфектологии.* — 2012. — Т. 4, № 4. — С. 97–104.
6. *Worobey M., Gemmel M., Teuwen D.E., Haselkorn T., Kunstman K., Bunce M., Muyembe J.J., Kabongo J.M., Kalengayi R.M., Van Marck E., Gilbert M.T., Wolinsky S.M.* Direct evidence of extensive diversity of HIV-1 in Kinshasa by 1960 // *Nature.* — 2008. — Vol. 455, № 7213. — P. 661–664.
7. *Wooding S., Stone A.C., Dunn D.M., Mummidu S., Jorde L.B., Weiss R.K., Ahuja S., Bamshad M.J.* Contrasting effect of natural selection on human and chimpanzee CC chemokine receptor // *Am. J. Hum. Genet.* — 2005. — Vol. 76, № 2. — P. 291–301.
8. *Salle B., Brochard P., Bourry O., Mannioui A., Andrieu T., Prevot S., Dejuq-Rainsford N., Dereuddre-Bosquet N., Le Grand R.* Infection of macaques after vaginal exposure to cell-associated simian immunodeficiency virus // *J. Infect. Dis.* — 2010. — Vol. 202, № 3. — P. 337–344.
9. *Matusali G., Dereuddre-Bosquet N., Le Tortorec A., Moreau M., Satie A.P., Mahé D., Roumaud P., Bourry O., Sylla N., Bernard-Stoecklin S., Pruvost A., Le Grand R., Dejuq-Rainsford N.* Detection of Simian Immunodeficiency Virus in Semen, Urethra, and Male Reproductive Organs during Efficient Highly Active Antiretroviral Therapy // *J. Virol.* — 2015. — Vol. 89, № 11. — P. 5772–5787.
10. *Clements J.E., Gama L., Graham D.R., Mankowski J.L., Zink M.C.* A simian immunodeficiency virus macaque model of highly active antiretroviral treatment: viral latency in the periphery and the central nervous system // *Curr. Opin. HIV AIDS.* — 2011. — Vol. 6, № 1. — P. 37–42.
11. *Shen A., Zink M.C., Mankowski J.L., Chadwick K., Margolick J.B., Carruth L.M., Li M., Clements J.E., Siliciano R.F.* Resting CD4+ T lymphocytes but not thymocytes provide a latent viral reservoir in a simian immunodeficiency virus-Macaca nemestrina model of human immunodeficiency virus type 1-infected patients on highly active antiretroviral therapy // *J. Virol.* — 2003. — Vol. 77, № 8. — P. 4938–4949.
12. *Roussel M., Pontier D., Kazanji M., Ngoubangoye B., Mahieux R., Verrier D., Fouchet D.* Quantifying transmission by stage of infection in the field: the example of SIV-1 and STLV-1 infecting mandrills // *Am. J. Primatol.* — 2015. — Vol. 77, № 3. — P. 309–318.
13. *Pandrea I., Silvestri G., Apetrei C.* AIDS in african nonhuman primate hosts of SIVs: a new paradigm of SIV infection // *Curr. HIV Res.* — 2009. — Vol. 7, № 1. — P. 57–72.
14. *Santangelo P.J., Rogers K.A., Zurla C., Blanchard E.L., Gumber S., Strait K., Connor-Stroud F., Schuster D.M., Amancha P.K., Hong J.J., Byrreddy S.N., Hoxie J.A., Vidakovic B., Ansari A.A., Hunter E., Villinger F.* Whole-body immunoPET reveals active SIV dynamics in viremic and antiretroviral therapy-treated macaques // *Nature Methods.* — 2015. — № 12. — P. 427–432.
15. *Sharp P.M., Hahn B.H.* Origins of HIV and the AIDS Pandemic // *Cold Spring Harb. Perspect. Med.* — 2011. — Vol. 1, № 1. — a006841.
16. *Junglen S., Hedemann C., Ellerbrok H., Pauli G., Boesch C., Leendertz F.H.* Diversity of STLV-1 strains in wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) from Côte d'Ivoire // *Virus Res.* — 2010. — Vol. 150, № 1–2. — P. 143–147.
17. *Azran I., Schavinsky-Khrapunsky Y., Priel E., Huleihel M., Aboud M.* Implications of the evolution pattern of human T-cell leukemia retroviruses on their pathogenic virulence (Review) // *Int. J. Mol. Med.* — 2004. — Vol. 14, № 5. — P. 909–915.
18. *LeBreton M., Switzer W.M., Djoko C.F., Gillis A., Jia H., Sturgeon M.M., Shankar A., Zheng H., Nkeunen G., Tamoufe U., Nana A., Le Doux Diffo J., Tafon B., Kiyang J., Schneider B.S., Burke D.S., Wolfe N.D.* A gorilla reservoir for human T-lymphotropic virus type 4 // *Emerg. Microbes Infect.* — 2014. — Vol. 3, № 1. — e7.
19. *Mahieux R., Gessain A.* HTLV-3/STLV-3 and HTLV-4 viruses: discovery, epidemiology, serology and molecular aspects // *Viruses.* — 2011. — Vol. 3, № 7. — P. 1074–1090.
20. *Courgnaud V., Van Dooren S., Liegeois F., Pourrut X., Abela B., Loul S., Mpoudi-Ngole E., Vandamme A., Delaporte E., Peeters M.* Simian T-cell leukemia virus (STLV) infection in wild primate populations in Cameroon: evidence for dual STLV type 1 and type 3 infection in agile mangabeys (*Cercocebus agilis*) // *J. Virol.* — 2004. — Vol. 78, № 9. — P. 4700–4709.
21. *Liegeois F., Lafay B., Switzer W.M., Locatelli S., Mpoudi-Ngole E., Loul S., Heneine W., Delaporte E., Peeters M.* Identification and molecular characterization of new STLV-1 and STLV-3 strains in wild-caught nonhuman primates in Cameroon // *Virology.* — 2008. — Vol. 371, № 2. — P. 405–417.
22. *Filippone C., Betsem E., Tortevoye P., Cassar O., Bassot S., Froment A., Fontanet A., Gessain A.A.* Severe Bite From a Nonhuman Primate Is a Major Risk Factor for HTLV-1 Infection in Hunters From Central Africa // *Clin. Infect. Dis.* — 2015. — Vol. 60, № 11. — P. 1667–1676.
23. *Kazanji M., Mouinga-Ondeme A., Lekana-Douki-Etenna S., Caron M., Makuwa M., Mahieux R., Gessain A.* Origin of HTLV-1 in hunters of nonhuman primates in Central Africa // *J. Infect. Dis.* — 2015. — Vol. 211, № 3. — P. 361–365.
24. *Souquiere S., Makuwa M., Salle B., Lepelletier Y., Mortreux F., Hermine O., Kazanji M.* Immunological alterations and associated diseases in mandrills (*Mandrillus sphinx*) naturally co-infected with SIV and STLV // *Virology.* — 2014. — № 454–455. — P. 184–196.

25. *Rua R., Betsem E., Montange T., Buseyne F., Gessain A.* In vivo cellular tropism of gorilla simian foamy virus in blood of infected humans // *J. Virol.* — 2014. — Vol. 88, № 22. — P. 13 429–13 435.
26. *Soliven K., Wang X., Small C.T., Feeroz M.M., Lee E.G., Craig K.L., Hasan K., Engel G.A., Jones-Engel L., Matsen F.A., Linial M.L.* Simian foamy virus infection of rhesus macaques in Bangladesh: relationship of latent proviruses and transcriptionally active viruses // *J. Virol.* — 2013. — Vol. 87, № 24. — P. 13 628–13 639.
27. *Khan A.S.* Simian foamy virus infection in humans: prevalence and management // *Expert Rev. AntiInfect. Ther.* — 2009. — Vol. 7, № 5. — P. 569–580.
28. *Wolfe N.D., Switzer W.M., Carr J.K., Bhullar V.B., Shanmugam V., Tamoufe U., Prosser A.T., Torimiro J.N., Wright A., Mpoudi-Ngole E., McCutchan F.E., Bix D.L., Folks T.M., Burke D.S., Heneine W.* Naturally acquired simian retrovirus infections in central African hunters // *The Lancet.* — 2004. — Vol. 363, № 9413. — P. 932–937.
29. *Switzer W.M., Tang S., Ahuka-Mundeye S., Shankar A., Hanson D.L., Zheng H., Ayouba A., Wolfe N.D., LeBreton M., Djoko C.F., Tamoufe U., Esteban A., Heneine W., Peeters M., Wright L.L., Muyembe-Tamfum J.J., Wemakoy E.O., Mulembakani P., Hoff N.A., Rimoin A.W.* Novel simian foamy virus infections from multiple monkey species in women from the Democratic Republic of Congo // *Retrovirology.* — 2012. — № 9. — P. 100.
30. *Feeroz M.M., Soliven K., Small C.T., Engel G.A., Andreina Pacheco M., Yee J.L., Wang X., Kamrul Hasan M., Oh G., Levine K.L., Rabiul Alam S.M., Craig K.L., Jackson D.L., Lee E.G., Barry P.A., Lerche N.W., Escalante A.A., Matsen F.A., Linial M.L., Jones-Engel L.* Population dynamics of rhesus macaques and associated foamy virus in Bangladesh // *Emerg. Microbes. Infect.* — 2013. — Vol. 2, № 5. — e29.
31. *Engel G.A., Small C.T., Soliven K., Feeroz M.M., Wang X., Kamrul Hasan M., Oh G., Rabiul Alam S.M., Craig K.L., Jackson D.L., Matsen F.A., Linial M.L., Jones-Engel L.* Zoonotic simian foamy virus in Bangladesh reflects diverse patterns of transmission and co-infection // *Emerg. Microbes Infect.* — 2013. — Vol. 2, № 9. — e58.
32. *Mouinga-Ondeme A., Kazanji M.* Simian foamy virus in non-human primates and cross-species transmission to humans in Gabon: an emerging zoonotic disease in central Africa? // *Viruses.* — 2013. — Vol. 5, № 6. — P. 1536–1552.
33. *Craig K.L., Hasan M.K., Jackson D.L., Engel G.A., Soliven K., Feeroz M.M., Wang X., Jones-Engel L., Linial M.L.* A Seminomadic Population in Bangladesh with Extensive Exposure to Macaques Does Not Exhibit High Levels of Zoonotic Simian Foamy Virus Infection // *J. Virol.* — 2015. — Vol. 89, № 14. — P. 7414–7416.
34. *Boneva R.S., Switzer W.M., Spira T.J., Bhullar V.B., Shanmugam V., Cong M.E., Lam L., Heneine W., Folks T.M., Chapman L.E.* Clinical and virological characterization of persistent human infection with simian foamy viruses // *AIDS Res Hum Retroviruses.* — 2007. — Vol. 23, № 11. — P. 1330–1337.
35. *Mergia A., Leung N.J., Blackwell J.* Cell tropism of the simian foamy virus type 1 (SFV-1) // *J. Med. Primatol.* — 1996. — Vol. 25, № 1. — P. 2–7.
36. *Switzer W.M., Garcia A.D., Yang C., Wright A., Kalish M.L., Folks T.M., Heneine W.* Coinfection with HIV-1 and simian foamy virus in West Central Africans // *J. Infect. Dis.* — 2008. — Vol. 197, № 10. — P. 1389–1393.
37. *Hussain A.I., Shanmugam V., Bhullar V.B., Beer B.E., Vallet D., Gautier-Hion A., Wolfe N.D., Karesh W.B., Kilbourn A.M., Tooze Z., Heneine W., Switzer W.M.* Screening for simian foamy virus infection by using a combined antigen Western blot assay: evidence for a wide distribution among Old World primates and identification of four new divergent viruses // *Virology.* — 2003. — Vol. 309, № 2. — P. 248–257.
38. *Bernard-Stoecklin S., Gomet C., Cavarelli M., Le Grand R.* Nonhuman primate models for cell-associated simian immunodeficiency virus transmission: the need to better understand the complexity of HIV mucosal transmission // *J. Infect. Dis.* — 2014. — № 210, Suppl. 3. — P. 660–666.
39. *Moeller A.H., Shilts M., Li Y., Rudicell R.S., Lonsdorf E.V., Pusey A.E., Wilson M.L., Hahn B.H., Ochman H.* SIV-induced instability of the chimpanzee gut microbiome // *Cell Host Microbe.* — 2013. — Vol. 14, № 3. — P. 340–345.
40. *Rouzine I.M., Weinberger A.D., Weinberger L.S.* An evolutionary role for HIV latency in enhancing viral transmission // *Cell.* — 2015. — Vol. 160, № 5. — P. 1002–1012.
41. *Chahroudi A., Bosinger S.E., Vanderford T.H., Paiardini M., Silvestri G.* Natural SIV hosts: showing AIDS the door // *Science.* — 2012. — Vol. 335, № 6073. — P. 1188–1193.
42. *Pereira L.E., Srinivasan P., Smith J.M.* Simian-Human Immunodeficiency Viruses and Their Impact on Non-Human Primate Models for AIDS // *Immunodeficiency* / Ed. K. Metodiev. — InTech, 2012. — Ch.15. — P. 311–356.
43. *Карал-оглы Д.Д., Игнатова И.Е., Гварамия И.А., Деменкова Н.П., Афанасьев Н.А., Агрба В.З.* Картина крови и интерфероновый статус у обезьян, инфицированных латентными вирусами приматов // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* — 2010. — Т. 149, № 6. — С. 693–694.
44. *Методические рекомендации МР 1.3.0012/1-13 «Болезни обезьян, опасные для человека. Правила содержания и работы с обезьянами в карантине при поступлении животных из внешних источников, а также при экспериментальном инфицировании».* — URL: [http://36.rosptrebnadzor.ru/documents/rekdoc1/14251/print\\_page](http://36.rosptrebnadzor.ru/documents/rekdoc1/14251/print_page).
45. *Comar M., Wong C., Tognon M., Butel J.S.* Neutralizing and IgG antibodies against simian virus 40 in healthy pregnant women in Italy // *PLoS One.* — 2014. — Vol. 9, № 10. — e110700.



46. Butel J.S. Patterns of polyomavirus SV40 infections and associated cancers in humans: a model // *Curr. Opin. Virol.* — 2012. — Vol. 2, № 4. — P. 508–514.
47. Muniz C.P., Troncoso L.L., Moreira M.A., Soares E.A., Pissinatti A., Bonvicino C.R., Seunanez H.N., Sharma B., Jia H., Shankar A., Switzer W.M., Santos A.F., Soares M.A. Identification and characterization of highly divergent simian foamy viruses in a wide range of new world primates from Brazil // *PLoS One.* — 2013. — Vol. 8, № 7. — e67568.
48. Smith K.M., Anthony S.J., Switzer W.M., Epstein J.H., Seimon T., Jia H., Sanchez M.D., Huynh T.T., Galland G.G., Shapiro S.E., Sleeman J.M., McAloose D., Stuchin M., Amato G., Kolokotronis S.O., Lipkin W.I., Karesh W.B., Daszak P., Marano N. Zoonotic viruses associated with illegally imported wildlife products // *PLoS One.* — 2012. — Vol. 7, № 1. — e29505.
49. Zequi S.C., Guimarães G.C., da Fonseca F.P., Ferreira U., de Matheus W.E., Reis L.O., Aita G.A., Glina S., Fanni V.S., Perez M.D., Guidoni L.R., Ortiz V., Nogueira L., de Almeida Rocha L.C., Cuck G., da Costa W.H., Moniz R.R., Dantas J.H.-Jr., Soares F.A., Lopes A. Sex with animals (SWA): behavioral characteristics and possible association with penile cancer. A multicenter study // *J. Sex. Med.* — 2012. — Vol. 9, № 7. — P. 1860–1867.
50. Hensley C., Tallichet S.E., Dutkiewicz E.L. Childhood bestiality: a potential precursor to adult interpersonal violence // *J. Interpers. Violence.* — 2010. — Vol. 25, № 3. — P. 557–567.
51. Орлова О.В. Ксенотрансплантация органов и тканей (Первые глобальные консультации по требованию к регулированию клинических испытаний ксеногенной трансплантации) // *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* — 2008. — № 6 (44). — С. 6–11.
52. Мяндина Г.И., Тарасенко Е.В., Вареха Л.А., Дрогова Г.М. Генетическая вариабельность ретровируса типа D обезьян, интегрированного в ДНК человека // *Здоровье и образование в XXI веке.* — 2014. — Т. 16. Вып. 3. — С. 41–44.
53. Rua R., Gessain A. Origin, evolution and innate immune control of simian foamy viruses in humans // *Curr. Opin. Virol.* — 2015. — № 10. — P. 47–55.
54. Hajj H.E., Nasr R., Kfoury Y., Dassouki Z., Nasser R., Kchour G., Hermine O., de Thè H., Bazarbachi A. Animal models on HTLV-1 and related viruses: what did we learn? // *Front. Microbiol.* — 2012. — № 3. — P. 333.
55. Peeters M., D'Arc M., Delaporte E. Origin and diversity of human retroviruses // *AIDS Revol.* — 2014. — Vol. 16, № 1. — P. 23–34.
56. Calvignac-Spencer S., Leendertz S.A., Gillespie T.R., Leendertz F.H. Wild great apes as sentinels and sources of infectious disease // *Clin. Microbiol. Infect.* — 2012. — Vol. 18, № 6. — P. 21–27.
57. Hatzioannou T., Del Prete G.Q., Keele B.F., Estes J.D., McNatt M.W., Bitzegeio J., Raymond A., Rodriguez A., Schmidt F., Mac Trubey C., Smedley J., Piatak M.-Jr., Kewal Ramani V.N., Lifson J.D., Bieniasz P.D. HIV-1-induced AIDS in monkeys // *Science.* — 2014. — Vol. 344, № 6190. — P. 1401–1405.
58. Chen Z., Luckay A., Sodora D.L., Telfer P., Reed P., Gettie A., Kanu J.M., Sadek R.F., Yee J., Ho D.D., Zhang L., Marx P.A. Human immunodeficiency virus type 2 (HIV-2) seroprevalence and characterization of a distinct HIV-2 genetic subtype from the natural range of simian immunodeficiency virus-infected sooty mangabeys // *J. Virol.* — 1997. — Vol. 71, № 5. — P. 3953–3960.
59. Ayoub A., Akoua-Koffi C., Calvignac-Spencer S., Esteban A., Locatelli S., Li H., Li Y., Hahn B.H., Delaporte E., Leendertz F.H., Peeters M. Evidence for continuing cross-species transmission of SIVsmm to humans: characterization of a new HIV-2 lineage in rural Cote d'Ivoire // *AIDS.* — 2013. — Vol. 27, № 15. — P. 2488–2491.
60. Улюкин И.М., Буланьков Ю.И., Болехан В.Н., Апчел А.В., Орлова Е.С., Лебедева Н.Г. Проблемы лабораторного определения гемоконтактных инфекций // *Вестник Российской Военно-медицинской академии.* — 2013. — № 3 (43). — С. 182–189.

## References

1. Ayoub A., Duval L., Liegeois F., Ngin S., Ahuka-Mundeye S., Switzer W.M., Delaporte E., Ariey F., Peeters M., Nerrienet E. Nonhuman primate retroviruses from Cambodia: high simian foamy virus prevalence, identification of divergent STLV-1 strains and no evidence of SIV infection, *Infect. Genet. Evol.*, 2013, No. 18, pp. 325–334.
2. Kjeldbjerg A.L., Villesen P., Aagaard L., Pedersen F.S. Gene conversion and purifying selection of a placenta-specific ERV-V envelope gene during simian evolution, *BMC Evol. Biol.*, 2008, No. 8, pp. 266.
3. Hahn B.H., Shaw G.M., De Cock K.M., Sharp P.M. AIDS as a zoonosis: scientific and public health implications, *Science*, 2000, vol. 287, No. 5453, pp. 607–614.
4. Gessain A. [Mechanisms of viral emergence and interspecies transmission: the example of simian foamy viruses in Central Africa], *Bull. Acad. Natl. Med.*, 2013, vol. 197, No. 9, pp. 1655–1667.
5. Sergiev V.P., *Zhurnal infektologii*, 2012, vol. 4, No. 4, pp. 97–104.
6. Worobey M., Gemmel M., Teuwen D.E., Haselkorn T., Kunstman K., Bunce M., Muyembe J.J., Kabongo J.M., Kalengayi R.M., Van Marck E., Gilbert M.T., Wolinsky S.M. Direct evidence of extensive diversity of HIV-1 in Kinshasa by 1960, *Nature*, 2008, vol. 455, No. 7213, pp. 661–664.
7. Wooding S., Stone A.C., Dunn D.M., Mummidi S., Jorde L.B., Weiss R.K., Ahuja S., Bamshad M.J. Contrasting effect of natural selection on human and chimpanzee CC chemokine receptor, *Am. J. Hum. Genet.*, 2005, vol. 76, No. 2, pp. 291–301.

8. Salle B., Brochard P., Bourry O., Mannioui A., Andrieu T., Prevot S., Dejuq-Rainsford N., Dereuddre-Bosquet N., Le Grand R. Infection of macaques after vaginal exposure to cell-associated simian immunodeficiency virus, *J. Infect. Dis.*, 2010, vol. 202, No. 3, pp. 337–344.
9. Matusali G., Dereuddre-Bosquet N., Le Tortorec A., Moreau M., Satie A.P., Mahé D., Roumaud P., Bourry O., Sylla N., Bernard-Stoecklin S., Pruvost A., Le Grand R., Dejuq-Rainsford N. Detection of Simian Immunodeficiency Virus in Semen, Urethra, and Male Reproductive Organs during Efficient Highly Active Antiretroviral Therapy, *J. Virol.*, 2015, vol. 89, No. 11, pp. 5772–5787.
10. Clements J.E., Gama L., Graham D.R., Mankowski J.L., Zink M.C. A simian immunodeficiency virus macaque model of highly active antiretroviral treatment: viral latency in the periphery and the central nervous system, *Curr. Opin. HIV AIDS*, 2011, vol. 6, No.1, pp. 37–42.
11. Shen A., Zink M.C., Mankowski J.L., Chadwick K., Margolick J.B., Carruth L.M., Li M., Clements J.E., Siliciano R.F. Resting CD4+ T lymphocytes but not thymocytes provide a latent viral reservoir in a simian immunodeficiency virus-Macaca nemestrina model of human immunodeficiency virus type 1-infected patients on highly active antiretroviral therapy, *J. Virol.*, 2003, vol. 77, No. 8, pp. 4938–4949.
12. Roussel M., Pontier D., Kazanji M., Ngoubangoye B., Mahieux R., Verrier D., Fouchet D. Quantifying transmission by stage of infection in the field: the example of SIV-1 and STLV-1 infecting mandrills, *Am. J. Primatol.*, 2015, vol. 77, No. 3, pp. 309–318.
13. Pandrea I., Silvestri G., Apetrei C. AIDS in african nonhuman primate hosts of SIVs: a new paradigm of SIV infection, *Curr. HIV Res.*, 2009, vol. 7, No. 1, pp. 57–72.
14. Santangelo P.J., Rogers K.A., Zurla C., Blanchard E.L., Gumber S., Strait K., Connor-Stroud F., Schuster D.M., Amancha P.K., Hong J.J., Byrareddy S.N., Hoxie J.A., Vidakovic B., Ansari A.A., Hunter E., Villinger F. Whole-body immunoPET reveals active SIV dynamics in viremic and antiretroviral therapy-treated macaques, *Nature Methods*, 2015, No. 12, pp. 427–432.
15. Sharp P.M., Hahn B.H. Origins of HIV and the AIDS Pandemic, *Cold Spring Harb. Perspect. Med.*, 2011, vol. 1, No. 1, pp. a006841.
16. Junglen S., Hedemann C., Ellerbrok H., Pauli G., Boesch C., Leendertz F.H. Diversity of STLV-1 strains in wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) from Côte d'Ivoire, *Virus Res.*, 2010, vol. 150, No. 1–2, pp. 143–147.
17. Azran I., Schavinsky-Khrapunsky Y., Priel E., Huleihel M., Aboud M. Implications of the evolution pattern of human T-cell leukemia retroviruses on their pathogenic virulence (Review), *Int. J. Mol. Med.*, 2004, vol. 14, No. 5, pp. 909–915.
18. LeBreton M., Switzer W.M., Djoko C.F., Gillis A., Jia H., Sturgeon M.M., Shankar A., Zheng H., Nkeunen G., Tamoufe U., Nana A., Le Doux Difo J., Tefon B., Kiyang J., Schneider B.S., Burke D.S., Wolfe N.D. A gorilla reservoir for human T-lymphotropic virus type 4, *Emerg. Microbes Infect.*, 2014, vol. 3, No. 1, pp. e7.
19. Mahieux R., Gessain A. HTLV-3/STLV-3 and HTLV-4 viruses: discovery, epidemiology, serology and molecular aspects, *Viruses*, 2011, vol. 3, No. 7, pp. 1074–1090.
20. Courgnaud V., Van Dooren S., Liegeois F., Pourrut X., Abela B., Loul S., Mpoudi-Ngole E., Vandamme A., Delaporte E., Peeters M. Simian T-cell leukemia virus (STLV) infection in wild primate populations in Cameroon: evidence for dual STLV type 1 and type 3 infection in agile mangabeys (*Cercocebus agilis*), *J. Virol.*, 2004, vol. 78, No. 9, pp. 4700–4709.
21. Liegeois F., Lafay B., Switzer W.M., Locatelli S., Mpoudi-Ngole E., Loul S., Heneine W., Delaporte E., Peeters M. Identification and molecular characterization of new STLV-1 and STLV-3 strains in wild-caught nonhuman primates in Cameroon, *Virology*, 2008, vol. 371, No. 2, pp. 405–417.
22. Filippone C., Betsem E., Tortevoeye P., Cassar O., Bassot S., Froment A., Fontanet A., Gessain A.A. Severe Bite From a Nonhuman Primate Is a Major Risk Factor for HTLV-1 Infection in Hunters From Central Africa, *Clin. Infect. Dis.*, 2015, vol. 60, No. 11, pp. 1667–1676.
23. Kazanji M., Mouinga-Ondeme A., Lekana-Douki-Etenna S., Caron M., Makuwa M., Mahieux R., Gessain A. Origin of HTLV-1 in hunters of nonhuman primates in Central Africa, *J. Infect. Dis.*, 2015, vol. 211, No. 3, pp. 361–365.
24. Souquiere S., Makuwa M., Salle B., Lepelletier Y., Mortreux F., Hermine O., Kazanji M. Immunological alterations and associated diseases in mandrills (*Mandrillus sphinx*) naturally co-infected with SIV and STLV, *Virology*, 2014, No. 454–455, pp. 184–196.
25. Rua R., Betsem E., Montange T., Buseyne F., Gessain A. In vivo cellular tropism of gorilla simian foamy virus in blood of infected humans, *J. Virol.*, 2014, vol. 88, No. 22, pp. 13 429–13 435.
26. Soliven K., Wang X., Small C.T., Feeroz M.M., Lee E.G., Craig K.L., Hasan K., Engel G.A., Jones-Engel L., Matsen F.A., Linial M.L. Simian foamy virus infection of rhesus macaques in Bangladesh: relationship of latent proviruses and transcriptionally active viruses, *J. Virol.*, 2013, vol. 87, No. 24, pp. 13 628–13 639.
27. Khan A.S. Simian foamy virus infection in humans: prevalence and management, *Expert Revol. Antinfect. Ther.*, 2009, vol. 7, No. 5, pp. 569–580.
28. Wolfe N.D., Switzer W.M., Carr J.K., Bhullar V.B., Shanmugam V., Tamoufe U., Prosser A.T., Torimiro J.N., Wright A., Mpoudi-Ngole E., McCutchan F.E., Bix D.L., Folks T.M., Burke D.S., Heneine W. Naturally acquired simian retrovirus infections in central African hunters, *The Lancet*, 2004, vol. 363, No. 9413, pp. 932–937.
29. Switzer W.M., Tang S., Ahuka-Mundede S., Shankar A., Hanson D.L., Zheng H., Ayouba A., Wolfe N.D., LeBreton M., Djoko C.F., Tamoufe U., Esteban A., Heneine W., Peeters M., Wright L.L., Muyembe-Tamfum J.J., Wemakoy E.O., Mulembakani P., Hoff N.A., Rimoin A.W. Novel simian foamy virus infections from multiple monkey species in women from the Democratic Republic of Congo, *Retrovirology*, 2012, No. 9, pp. 100.

30. Feeroz M.M., Soliven K., Small C.T., Engel G.A., Andreina Pacheco M., Matsen F.A., Linial M.L., Jones-Engel L. Population dynamics of rhesus macaques and associated foamy virus in Bangladesh, *Emerg. Microbes. Infect.*, 2013, vol. 2, No. 5, pp. e29.
31. Engel G.A., Small C.T., Soliven K., Feeroz M.M., Wang X., Kamrul Hasan M., Oh G., Rabiul Alam S.M., Craig K.L., Jackson D.L., Matsen F.A., Linial M.L., Jones-Engel L. Zoonotic simian foamy virus in Bangladesh reflects diverse patterns of transmission and co-infection, *Emerg. Microbes. Infect.*, 2013, vol. 2, No. 9, pp. e58.
32. Mouinga-Ondeme A., Kazanji M. Simian foamy virus in non-human primates and cross-species transmission to humans in Gabon: an emerging zoonotic disease in central Africa?, *Viruses*, 2013, vol. 5, No. 6, pp. 1536–1552.
33. Craig K.L., Hasan M.K., Jackson D.L., Engel G.A., Soliven K., Feeroz M.M., Wang X., Jones-Engel L., Linial M.L. A Seminomadic Population in Bangladesh with Extensive Exposure to Macaques Does Not Exhibit High Levels of Zoonotic Simian Foamy Virus Infection, *J. Virol.*, 2015, vol. 89, No. 14, pp. 7414–7416.
34. Boneva R.S., Switzer W.M., Spira T.J., Bhullar V.B., Shanmugam V., Cong M.E., Lam L., Heneine W., Folks T.M., Chapman L.E. Clinical and virological characterization of persistent human infection with simian foamy viruses, *AIDS Res. Hum. Retroviruses*, 2007, vol. 23, No. 11, pp. 1330–1337.
35. Mergia A., Leung N.J., Blackwell J. Cell tropism of the simian foamy virus type 1 (SFV-1), *J. Med. Primatol.*, 1996, vol. 25, No. 1, pp. 2–7.
36. Switzer W.M., Garcia A.D., Yang C., Wright A., Kalish M.L., Folks T.M., Heneine W. Coinfection with HIV-1 and simian foamy virus in West Central Africans, *J. Infect. Dis.*, 2008, vol. 197, No. 10, pp. 1389–1393.
37. Hussain A.I., Shanmugam V., Bhullar V.B., Beer B.E., Vallet D., Gautier-Hion A., Wolfe N.D., Karesh W.B., Kilbourn A.M., Tooze Z., Heneine W., Switzer W.M. Screening for simian foamy virus infection by using a combined antigen Western blot assay: evidence for a wide distribution among Old World primates and identification of four new divergent viruses, *Virology*, 2003, vol. 309, No. 2, pp. 248–257.
38. Bernard-Stoecklin S., Gomet C., Cavarelli M., Le Grand R. Nonhuman primate models for cell-associated simian immunodeficiency virus transmission: the need to better understand the complexity of HIV mucosal transmission, *J. Infect. Dis.*, 2014, No. 210, suppl. 3, pp. 660–666.
39. Moeller A.H., Shilts M., Li Y., Rudicell R.S., Lonsdorf E.V., Pusey A.E., Wilson M.L., Hahn B.H., Ochman H. SIV-induced instability of the chimpanzee gut microbiome, *Cell Host Microbe*, 2013, vol. 14, No. 3, pp. 340–345.
40. Rouzine I.M., Weinberger A.D., Weinberger L.S. An evolutionary role for HIV latency in enhancing viral transmission, *Cell*, 2015, vol. 160, No. 5, pp. 1002–1012.
41. Chahroudi A., Bosinger S.E., Vanderford T.H., Paiardini M., Silvestri G. Natural SIV hosts: showing AIDS the door, *Science*, 2012, vol. 335, No. 6073, pp. 1188–1193.
42. Pereira L.E., Srinivasan P., Smith J.M. Simian-Human Immunodeficiency Viruses and Their Impact on Non-Human Primate Models for AIDS, *Immunodeficiency*, ed. K. Metodiev, *InTech*, 2012, ch.15, pp. 311–356.
43. Kara-oglu D.D., Ignatov I.E., Gvaramia I.A., Demenkova N.P., Afanasiev N.A., Agrba V.Z., *Bulleten' eksperimental'noy biologii i mediciny*, 2010, vol. 149, No. 6, pp. 693–694.
44. URL: [http://36.rospotrebnadzor.ru/documents/rekdoc1/14251/print\\_page](http://36.rospotrebnadzor.ru/documents/rekdoc1/14251/print_page).
45. Comar M., Wong C., Tognon M., Butel J.S. Neutralizing and IgG antibodies against simian virus 40 in healthy pregnant women in Italy, *PLoS One*, 2014, vol. 9, No. 10, pp. e110700.
46. Butel J.S. Patterns of polyomavirus SV40 infections and associated cancers in humans: a model, *Curr. Opin. Virol.*, 2012, vol. 2, No. 4, pp. 508–514.
47. Muniz C.P., Troncoso L.L., Moreira M.A., Soares E.A., Pissinatti A., Bonvicino C.R., Seuanes H.N., Sharma B., Jia H., Shankar A., Switzer W.M., Santos A.F., Soares M.A. Identification and characterization of highly divergent simian foamy viruses in a wide range of new world primates from Brazil, *PLoS One*, 2013, vol. 8, No. 7, pp. e67568.
48. Smith K.M., Anthony S.J., Switzer W.M., Epstein J.H., Seimon T., Jia H., Sanchez M.D., Huynh T.T., Galland G.G., Shapiro S.E., Sleeman J.M., McAloose D., Stuchin M., Amato G., Kolokotronis S.O., Lipkin W.I., Karesh W.B., Daszak P., Marano N. Zoonotic viruses associated with illegally imported wildlife products, *PLoS One*, 2012, vol. 7, No. 1, pp. e29505.
49. Zequi S.C., Guimarães G.C., da Fonseca F.P., Ferreira U., de Matheus W.E., Reis L.O., Aita G.A., Glina S., Fanni V.S., Perez M.D., Guidoni L.R., Ortiz V., Nogueira L., de Almeida Rocha L.C., Cuck G., da Costa W.H., Moniz R.R., Dantas J.H.-Jr., Soares F.A., Lopes A. Sex with animals (SWA): behavioral characteristics and possible association with penile cancer. A multicenter study, *J. Sex. Med.*, 2012, vol. 9, No. 7, pp. 1860–1867.
50. Hensley C., Tallichet S.E., Dutkiewicz E.L. Childhood bestiality: a potential precursor to adult interpersonal violence, *J. Interpers. Violence*, 2010, vol. 25, No. 3, pp. 557–567.
51. Orlova O.V., *Vestnik Transplantologii i Iskusstvennykh Organov*, 2008, No. 6 (44), pp. 6–11.
52. Myandina G.I., Tarasenko E.V., Varekha L.A., Drogova G.M., *Zdorovie i Obrazovanie v XXI veke*, 2014, vol. 16, iss. 3, pp. 41–44.
53. Rua R., Gessain A. Origin, evolution and innate immune control of simian foamy viruses in humans, *Curr. Opin. Virol.*, 2015, No. 10, pp. 47–55.

54. Hajj H.E., Nasr R., Kfoury Y., Dassouki Z., Nasser R., Kchour G., Hermine O., de Thé H., Bazarbachi A. Animal models on HTLV-1 and related viruses: what did we learn?, *Front. Microbiol.*, 2012, No. 3, pp. 333.
55. Peeters M., D'Arc M., Delaporte E. Origin and diversity of human retroviruses, *AIDS Revol.*, 2014, vol. 16, No. 1, pp. 23–34.
56. Calvignac-Spencer S., Leendertz S.A., Gillespie T.R., Leendertz F.H. Wild great apes as sentinels and sources of infectious disease, *Clin. Microbiol. Infect.*, 2012, vol. 18, No. 6, pp. 21–27.
57. Hatzioannou T., Del Prete G.Q., Keele B.F., Estes J.D., McNatt M.W., Bitzegeio J., Raymond A., Rodriguez A., Schmidt F., Mac Trubey C., Smedley J., Piatak M.-Jr., Kewal Ramani V.N., Lifson J.D., Bieniasz P.D. HIV-1-induced AIDS in monkeys, *Science*, 2014, vol. 344, No. 6190, pp. 1401–1405.
58. Chen Z., Luckay A., Sodora D.L., Telfer P., Reed P., Gettie A., Kanu J.M., Sadek R.F., Yee J., Ho D.D., Zhang L., Marx P.A. Human immunodeficiency virus type 2 (HIV-2) seroprevalence and characterization of a distinct HIV-2 genetic subtype from the natural range of simian immunodeficiency virus-infected sooty mangabeys, *J. Virol.*, 1997, vol. 71, No. 5, pp. 3953–3960.
59. Ayoub A., Akoua-Koffi C., Calvignac-Spencer S., Esteban A., Locatelli S., Li H., Li Y., Hahn B.H., Delaporte E., Leendertz F.H., Peeters M. Evidence for continuing cross-species transmission of SIVsmm to humans: characterization of a new HIV-2 lineage in rural Cote d'Ivoire, *AIDS*, 2013, vol. 27, No. 15, pp. 2488–2491.
60. Ulyukin I.M., Bulankov Yu.I., Bolekhan V.N., Apchel A.V., Orlova E.S., Lebedeva N.G., *Vestnik Rossiyskoy Voенно-медицинской академии*, 2013, No. 3 (43), pp. 182–189.

Статья поступила 28.09.2015 г.

Контактная информация: Улюкин Игорь Михайлович, e-mail: igor\_ulyukin@mail.ru

**Коллектив авторов:**

Улюкин Игорь Михайлович — к.м.н., научный сотрудник Научно-исследовательского центра Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6, e-mail: igor\_ulyukin@mail.ru;

Щербак Николай Яковлевич — врач-эпидемиолог организационно-методического отдела инфекционной службы Клинической инфекционной больницы им. С.П.Боткина, 191167, Санкт-Петербург, ул. Миргородская, 3, (812) 717-44-64, e-mail: omois-spb@yandex.ru;

Антипина Ирина Александровна — врач-рабиолог Городского антирабического центра на базе Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская поликлиника № 38», 191015, Санкт-Петербург, Кавалергардская ул., 26, (812) 274-19-83;

Андреева Наталья Васильевна — врач-инфекционист организационно-методического отдела инфекционной службы Клинической инфекционной больницы им. С.П.Боткина, 191167, Санкт-Петербург, ул. Миргородская, 3, (812) 717-44-64, e-mail: omois-spb@yandex.ru;

Орлова Елена Станиславовна — к.м.н., с.н.с. Научно-исследовательского центра Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6, e-mail: igo98@yandex.ru.

**Уважаемые читатели журнала  
«ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии»!**

Сообщаем, что открыта подписка

**ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:**  
каталог НТИ ОАО Агентство «Роспечать»  
в разделе: Здравоохранение. Медицина.— **57990**  
в объединенном каталоге подписных изданий  
«Пресса России». — **42177**

Подписная цена на 2-е полугодие 2016 года (2 выпуска) — **950 руб.**