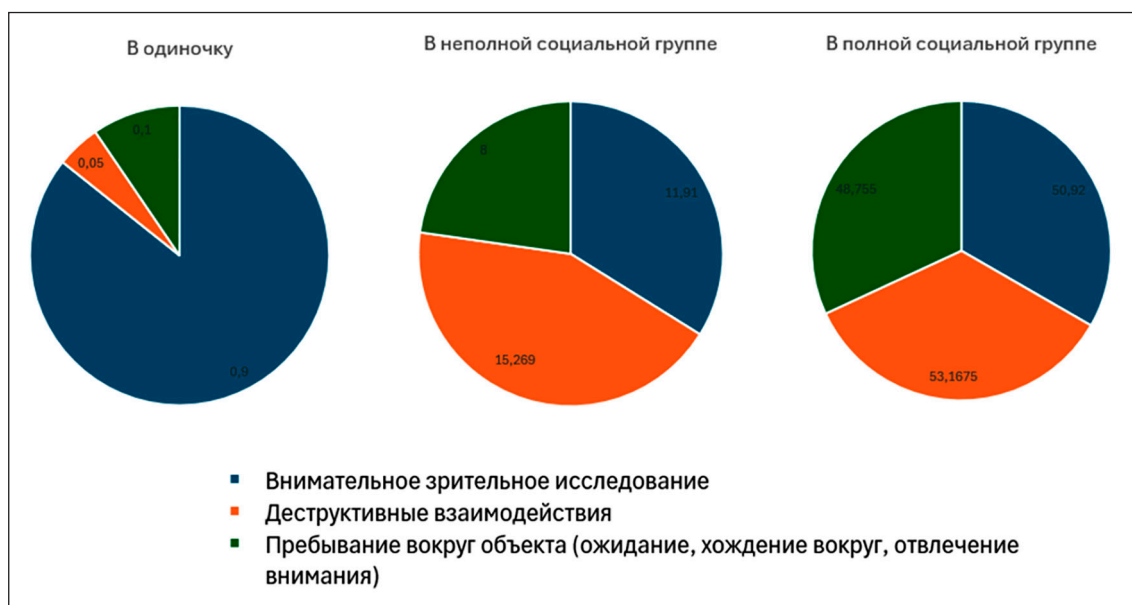




Круговая диаграмма распределения занятий макак резусов во время исследовательского акта в разных социальных группах.

Для подсчета статистики были использованы программы Excel и IBM SPSS Statistics 23.

В результате:

1) макаки резусы зависимы от социальных контактов с сородичами и плохо исследуют что-либо в одиночку;

2) макаки склонны одновременно как к деструктивному поведению, так и исследовательским реакциям разрушенного объекта;

3) самки достоверно ($p < 0.003$) чаще самцов демонстрируют исследовательское поведение;

4) в одиночку макаки резусы достоверно ($p < 0.05$) чаще демонстрируют исследовательское поведение в сравнении деструктивным; при групповом взаимодействии достоверно ($p < 0.05$) чаще наблюдается деструктивное поведение.

Такие данные сходны с другими исследованиями, затрагивающие когнитивные способности макак-резусов. Самки более склонны к исследованию (Голубева И. Ю., 2024). В условиях близких к естественным социальная активность возрастает (Никитина М. Н., 2023). Значит и доля деструктивных действий будет возрастать, поскольку деструктивное поведение, которое также является изучением, важно для адаптационных возможностей данного вида обезьян.

Данное исследование позволило выявить особенности когнитивного и социального поведения макаков-резусов в различных ситуациях, а данная модель поведения обезьян может быть использована при анализе поведения человека.

Список литературы

1. Бондарь И.В. и др. Обучение макак-резусов сложным когнитивным задачам // Журнал высшей нервной деятельности им. ИП Павлова. 2018. Т. 68. №. 4. С. 459–476.

2. Голубева И.Ю., Тихонравов Д.Л. Сравнительное исследование когнитивных способностей нечеловеческих приматов в условиях, близких к естественным, и детей 4–5 лет // Первый Национальный конгресс по когнитивным исследованиям, искусственному интеллекту и нейронной информатике. Девятая международная конференция по когнитивной науке. 2021. С. 373–376.

3. Кузнецова Т.Г. и др. Влияние трипептида Пинеалона на реабилитацию когнитивных функций в процессе старения на примере макак-резусов (*Macaca mulatta*) // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. 2019. №. 1. С. 62–73.

4. Голубева И.Ю. и др. Индивидуальные и половые различия в поведении подростков макак резусов (*Macaca mulatta*), объединенных в новую социальную группу // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. 2024. №. 3. С. 112–120.

5. Никитина М.Н. и др. Сравнительная характеристика поведения группы макак-резусов в условиях пребывания во внутреннем и уличном вольерах // Интегративная физиология. 2023. Т. 4. №. 4. С. 450–456.

НЕЧЕЛОВЕКООБРАЗНЫЕ ПРИМАТЫ КАК МОДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВИЧ

Махринов Д.Д., Усатенко А.И.,
Дубинина А.А., Черницов С.А.

ФГБОУ «Волгоградский государственный
медицинский университет», Волгоград,
e-mail: denismakhrinov@mail.ru

Введение

Заболелания, связанные с вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ), по-прежнему остаются серьезной проблемой общественного здравоохранения. ВИЧ-инфекция поражает иммунную систему человека: вирус уничтожает клетки иммунитета (в основном лимфоциты, отвечающие

за реакцию иммунной системы на инфекции), которые помогают организму справиться с болезнетворными микроорганизмами. В результате человек оказывается полностью беззащитен перед патогенами. У него развиваются и крайне тяжело протекают заболевания вирусной, бактериальной, грибковой природы, а также онкологические болезни.

Развитие новых протоколов и испытание новых групп антиретровирусных препаратов возможно, в первую очередь, благодаря совершенствованию животных моделей патогенеза ВИЧ-инфекции [1].

Модели ВИЧ на животных уже помогли ответить на важные вопросы, но у них есть и ряд ограничений. «Идеальной модели на животных» для исследований ВИЧ-1 до сих пор не существует. Однако заражение нечеловеческих приматов (НЧП), таких как макаки, вирусом иммунодефицита обезьян (ВИО) приводит к заболеванию, сходному со СПИДом, вызванным ВИЧ у людей. На данный момент это наиболее подходящая модель для изучения механизмов передачи и патологии заболевания [2]. Несмотря на высокие анатомо-физиологические сходства приматов и человека, использование данных животных как модельный объект в биомедицинских исследованиях затруднено ввиду этических соображений.

Историческая справка

Первое использование приматов как модельного объекта для изучения ВИЧ произошло, когда учёным удалось видоизменить белок в вирусе иммунодефицита таким образом, чтобы он начал заражать обезьян. Этот штамм назвали SHIV (Simian/human immunodeficiency virus). Так появилась экспериментальная модель изучения вируса на обезьянах, над которыми можно проводить опыты, недопустимые на людях.

Современные области применения приматов в исследованиях ВИЧ

В качестве моделей в исследованиях ВИЧ в основном используются два вида макак: макаки-резусы (RM, *Macaca mulatta*) и макаки-крабоеды (CM, *Macaca fascicularis*). Короткохвостые макаки (*Macaca nemestrina*) используются реже. Каждый вид обладает особой восприимчивостью к ВИО и своим профилем развития заболевания, который также зависит от географического происхождения животного. Наиболее часто используемые модели — индийского и китайского происхождения [2;4].

В 2018 году американские и германские молекулярные биологи вызвали мощную иммунную реакцию на обезьянью версию ВИЧ в организме макак. Для этого они использовали два недавно открытых антитела, подавляющих большую часть штаммов ВИЧ. Заразив дюжину макак SHIV, учёные начали через три дня вво-

дить в их организм большие дозы 3BNC117 и 10-1074, наблюдая за реакцией вируса и организма приматов. В результате у всех макак, кроме трёх особей, развилась сильная или просто хорошая иммунная реакция на ВИЧ. Уровень инфекции в их организме резко упал до незаметного уровня и больше никогда не повышался, несмотря на то, что обезьяны не принимали ни антиретровирусные препараты, ни антитела. Результаты показывают, что пассивная иммунотерапия во время острой инфекции, вызванной SHIV, отличается от комбинированной антиретровирусной терапии тем, что она способствует формированию мощного CD8⁺ Т-клеточного иммунитета, способного надолго подавлять репликацию вируса [3].

В последние годы несколько исследований на нечеловекообразных приматах показали многообещающие результаты в плане реакции латентного вируса, уменьшения количества вирусных резервуаров и/или снижения вирусной нагрузки после прекращения приема АРВ-препаратов. В этих исследованиях использовались различные стратегии, в том числе активаторы протеинкиназы C, ингибиторы гистондеацетилазы, агонисты TLR-7 или модуляторы клеточной дифференцировки (ауранофин) или перемещения (антитела против α4β7) [5].

Этические аспекты

Нечеловекообразные приматы с эволюционной точки зрения являются нашими родственниками. Они обладают самыми высокими когнитивными способностями из всех нечеловеческих животных и, следовательно, предположительно, большей способностью к страданию [7].

Ключевым компонентом усовершенствования исследований вакцин НЧП является определение и внедрение гуманных конечных точек. Их можно определить как самый ранний достоверный признак боли, дискомфорта, страдания или надвигающейся смерти у животного, на основании которого животное подвергают эвтаназии, лечат или исключают из исследования. Заменяя эти запланированные триггеры для вмешательства более серьёзными экспериментальными результатами, такими как прогрессирующая патология или смерть, гуманные конечные точки предотвращают или облегчают боль и страдания, при этом достигая желаемых экспериментальных целей [6].

Заключение

Использование моделей НЧП для лучшего понимания инфекции и патогенеза, а также для оценки лечебных подходов в доклинических моделях *in vivo* внесло неоспоримый вклад в науку о ВИЧ. Полученные данные имеют большое значение для исследований по лечению ВИЧ, так как на моделях НЧП было получено множество многообещающих результатов [8].

Список литературы

1. Garcia-Tellez T., Huot N., Ploquin M.J., Rasclé P., Jacquelin B., Müller-Trutwin M. Non-human primates in HIV research: Achievements, limits and alternatives // *Infection, Genetics and Evolution*. 2016. Vol. 46. P. 324–332.
2. Huot N., Rasclé P., Müller-Trutwin M. Apport des modèles animaux dans la recherche sur le VIH (Contribution of animal models to HIV research) // *Virologie (Montrouge, France)*. 2019. № 23(4). P. 229–240. DOI: 10.1684/vir.2019.0783.
3. Nishimura Y., Gautam R., Chun T.W. et al. Early antibody therapy can induce long-lasting immunity to SHIV // *Nature*. 2017. Vol. 543. P. 559–563. DOI: 10.1038/nature21435.
4. Pandrea I. Animal Models for HIV Cure Research // *Front. Immunol.* 2016. № 7. P. 15.
5. Van Rompay K. Tackling HIV and AIDS: contributions by non-human primate models // *Lab Anim.* 2017. № 46. P. 259–270. DOI: 10.1038/labani.1279.
6. Prescott M.J., Clark C., Dowling W.E., Shurtleff A.C. Opportunities for Refinement of Non-Human Primate Vaccine Studies // *Vaccines*. 2021. Vol. 9(3). P. 284. DOI: 10.3390/vaccines9030284.
7. Arnason G. The Emergence and Development of Animal Research Ethics: A Review with a Focus on Nonhuman Primates // *Sci Eng Ethics*. 2020. P. 2277–2293. DOI: 10.1007/s11948-020-00219-z.
8. Terrade G., Huot N., Petitdemange C., Lazzarini M., Orta Resendiz A., Jacquelin B., Müller-Trutwin M. Interests of the Non-Human Primate Models for HIV Cure Research // *Vaccines*. 2021. № 9. P. 958. DOI: 10.3390/vaccines9090958.

ПЯТАЯ ГРУППА КРОВИ

Насангузина А.А., Пономарева Н.Е.,
Амелина Л.В.

*Оренбургский государственный
медицинский университет, Оренбург,
e-mail: nasanguzhinaalima@gmail.com*

Бомбейский феномен представляет собой одну из самых редких групп крови на планете. Осознание его характеристик имеет значительное значение для медицины, особенно в сфере переливания крови. Повышение информированности о бомбейском феномене может привести к более внимательному отношению к донорству и развитию программ, поддерживающих людей с редкими группами крови. Изучение этого феномена способствует как научному, так и социальному прогрессу, что делает данную тему важной и актуальной для дальнейшего исследования.

Задача: провести анализ научной и методической литературы и обобщить собранные сведения.

Групповая принадлежность крови представляет собой биологический показатель, который определяется генетически и зависит от наличия или отсутствия специфических антигенов (изоантигенов) и антител (изоантител) в эритроцитах и плазме человека. Исследования, направленные на изучение системы групп крови, начались с работ К. Ландштейнера в 1900–1901 годах, когда он выделил три основные группы – А, В и С, а позже, в те же годы, D. K. и A. Schturlu описали четвертую группу. В 1906 году Дж. Янский подтвердил наличие четырех групп крови и предложил классифика-

цию, которая до сих пор широко используется: I (0), II (A), III (B) и IV (AB).

Группы крови делятся в зависимости от наличия агглютиногенов, которые способствуют выработке антител. В группе II содержится антиген А, в группе III – антиген В, а в группе IV – оба антигена А и В. В группе I агглютиногены отсутствуют, но имеется антиген Н, который участвует в образовании других антигенов.

В пятой группе крови отсутствуют антигены А, В и Н. Тем не менее, многие люди не осведомлены о существовании этой группы, известной как «бомбейский феномен». Эта уникальная характеристика была открыта и описана Ю.М. Бхенде в 1952 году. В 1955 году ученые обнаружили ранее неизвестный генный локус Н и подтвердили, что основой бомбейского феномена является рецессивный эпистаз – взаимодействие неаллельных генов, при котором рецессивный ген из одной аллельной пары подавляет действие как рецессивного, так и доминантного гена из другой пары. Эпистатический ген *h* в гомозиготном состоянии (*hh*) препятствует проявлению доминантных аллелей *I^A* и *I^B* в системе АВ0. В результате генотипы *I^Ahh*, *I^Bhh* и *I^{AB}hh* имеют признаки первой группы крови. Аллель Н является нормальным доминантным аллелем. Генотипы *I^AHN*, *I^BHN* и *I^{AB}HN* соответствуют фенотипически второй, третьей и четвертой группам крови соответственно, в то время как генотип *I⁰HN* соответствует первой группе крови.

Первые зафиксированные случаи отсутствия антигенов А, В и Н у людей были зарегистрированы в Индии, где эта аномалия встречается наиболее часто – 1 случай на 7600. В процессе массовых анализов крови, проводимых во время вспышек малярии, были выявлены несколько людей, чья кровь не относится ни к одной из четырех известных групп из-за отсутствия антигенов. На поверхности эритроцитов находятся углеводы, которые действуют как антиген 0 или антиген Н. Под влиянием определенных ферментов антиген Н может трансформироваться в антигены А или В. Ген 0 не участвует в синтезе этих ферментов. Если на поверхности эритроцитов не образуются агглютиногены, то есть отсутствует исходный антиген Н, такая кровь называется бомбейской. Ее уникальность заключается в том, что без антигена Н, который является «основным кодом», невозможно преобразовать кровь в другие антигены. В некоторых случаях на поверхности эритроцитов могут присутствовать различные антигены. Первая группа крови отличается тем, что в ней отсутствуют антигены, но присутствует антиген Н. Вторая группа содержит антиген А, третья – антиген В, а четвертая группа имеет оба антигена А и В. У людей с пятой группой крови отсутствуют все антигены, включая Н, который отвечает за кодирование.