

Макаки резус (*Macaca mulatta*) как модельный объект в биологии

Карькова Н.А., Гогичаева К.К., Потапова А.Ю., Калиничева Е.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Волгоградский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

направление подготовки «Биология»

Волгоград, Россия

Ключевые слова: Макака-резус, хромосомы, модельный объект, вакцины,
СПИД, ВИЧ, лекарства, секвенирование генома

***Macaca mulatta* as a model object in biology**

Karkova N.A., Gogichaeva K.K., Potapova A.Yu., Kalinicheva E.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

"Volgograd State Medical University"

Of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

Direction of preparation "Biology"

Volgograd, Russia

Key words: *Macaca mulatta*, chromosomes, model object, vaccines, *AIDS*, *HIV*,
drugs, genome sequencing

Введение

Многие организмы в современное время активно изучают и применяют в качестве модельных объектов в биологических, биохимических, генетических, физиологических, фармацевтических и других исследованиях. Это обусловлено тем, что зачастую проведение экспериментов на человеке становится невозможно по каким-либо техническим или этическим причинам. Использование животных, в качестве модельных организмов, основано на том, что все живые организмы имеют общее происхождение, общие механизмы хранения и реализации наследственной информации, а также механизмы метаболизма и т.д. Организмы, которые используются в

качестве модельных должны соответствовать определенным критериям, по которым их выбирают как модельный объект. Основными критериями при выборе организма в качестве модельного организма являются следующие:

1. Простота содержания и разведения в лабораторных условиях;
2. Возможность генетических манипуляций;
3. Наличие полностью расшифрованного генома;
4. Положение на филогенетическом древе;
5. Особенности строения;
6. Экономическая значимость.

Материалы и методы.

1. Поиск и сбор информации по исследуемому вопросу.
2. Изучение разнообразных источников информации с последующей обработкой и категоризацией.
3. Анализ полученных сведений- анализ собранной информации,
4. Проверка на логичность, достоверность и актуальность.
5. Библиографический метод- подсчет количества сделанных публикаций и контент-анализ. Используется для получения сведения об актуальности темы и уровня ее изученности.

Морфо-анатомическое и физиологическое описание

Макака-резус (*Macaca mulatta*) принадлежит к роду макак семейства мартышковых. Обитает в дикой природе на территории Юго-Восточной и Центральной Азии. При сравнении с другими приматами, данному виду макак принадлежит достаточно обширный географический ареал обитания. [3]

Окрас шерсти макак меняется в зависимости от района их проживания. Но в основном шерсть имеет светло-коричневый цвет с рыжеватым оттенком, иногда встречаются со светло-зеленым оттенком шерсти. Светло-коричневый

или телесный цвет имеют лицо и уши. Седалищные наросты- ярко-красной окраски. У самца хвост загнут вверх, у самки опущен.

Макака-резус имеет средние размеры и довольно плотное телосложение. Тело самца имеет длину 53 см, при весе в среднем 7-8 кг. Вес самок в среднем – 5 кг. При этом длина тела может достигать 47 см. Хвост животного бывает длиной 20-23 см.

Половое созревание у макак резус наступает в возрасте 2,5-3 лет. В свою очередь, продолжительность жизни может достигать до 21 года. Примерная продолжительность беременности 164 дня. Самка обычно рождает одного детеныша. Большую часть жизни у самок продолжается репродуктивный период, при этом самка может родить от 14 до 16 детенышей. Вес новорожденного макаки-резуса составляет 300-650 г. В течении первого года жизни малыш питается молоком матери. В этот период самка имеет выраженное агрессивное поведение в отношении любого, кто угрожает ее детенышу.

Содержания Макаки-резус в лабораторных условиях

Макак-резус нужно содержать в вольере площадью более 9 м². Этот вид животных легко приспосабливается и привыкают к условиям в неволе, и могут приносить потомство. Внутри вольера или клетки необходимы поилки, миски для еды и ванночка с водой, металлического поддона, для упрощения уборки за животным. В свою очередь, комната должна быть светлой и сухой, и температура не менее +22 градусов по Цельсию.

В условиях вивария макака-резус питаться растительной и молочной пищей, и комбикормом[6].

Результаты и их интерпретация

Макаки-резус физиологически сходны с людьми и, таким образом, служат полезными моделями на животных заболеваниях человека.

Полное секвенирование генома макаки резус показало, что люди и макаки имеют примерно 93% общей последовательности ДНК и имеют общего предка примерно 25 миллионов лет назад. У макаки-резуса 21 пара хромосом [2][4]. Такое морфологическое и физиологическое сходство сильно повышает полезность использования Макак в качестве модельного организма, но конкретные различия в лежащих в их основе кодирующих последовательностях также могут дать биологическое понимание. Сравнивая гены болезней человека с их эквивалентами у макак, выявлены многочисленные случаи, в которых аллель, наблюдаемый у макак, соответствует аллелю болезни у человека[2].

Благодаря относительно простому содержанию в неволе, широкой доступности и анатомической и физиологической близости к людям, макака-резус широко используется в медицинских и биологических исследованиях связанным со здоровьем человека и животных[1]. Данный вид животного использовали в качестве модельного объекта при изучении иммунопатологических характеристик острой и ранней инфекции SHIV.CH505 у макак-резусов. Вирусы обезьяньего иммунодефицита человека (SHIV) использовались для проверки эффективности вакцины и характеристики механизмов передачи вируса и патогенеза. Однако большинство доступных в настоящее время SHIV имеют значительные ограничения в том, что они были разработаны с использованием последовательностей хронически ВИЧ-инфицированных людей или необычных подтипов ВИЧ или были оптимизированы для модели макака путем последовательного пассирования сконструированного вируса *in vitro* или *in vivo*. Результаты этого эксперимента описаны в статье «Заражение обезьяньего вируса иммунодефицита человека SHIV.CH505 макак-резус приводит к стойкой вирусной репликации и вызывает иммунопатологию

кишечника» представленной в 2019 году Американским обществом микробиологии, опубликованной в Журнале вирусологии. Общей целью их исследования было получение всесторонней иммунопатологической характеристики острой и ранней инфекции SHIV.CH505 у макак-резусов. Это исследование является одним из многих примеров, когда в качестве модельного объекта эксперимента выбирают Макаку-резус. Основными преимуществами экспериментальной модели по сравнению, например с мышинной моделью, являются филогенетическое родство обезьяны и человека, большая адекватность параметров иммунного ответа и изменений показателей клинического и биохимического анализа крови[1].

Выводы

Таким образом, использование макак-резус в качестве модельных объектов в медицине позволяет проводить опыты и эксперименты, связанные с насущными проблемами. Такими проблемами являются, например, разработка вакцин против бешенства, оспы и полиомиелита, создание лекарств против ВИЧ/СПИДа, и изучения патогенеза этих заболеваний. Кроме того, за последние несколько десятилетий активно проводят исследование онкологии различного генез, и в данном случае Макака-резус является прекрасным модельным объектом. Также для исследования репродуктивного цикла женщин и развития эмбриона, размножение эмбриональных стволовых клеток. [5] Кроме того макака резус активно используют в клеточной и генной инженерии. Так данный вид является одним из первых приматов, на котором успешно провели клонирование генома, при этом был получен трансгенный примат (Тетра) несущий в себе гены, полученные от медузы[5].

Список используемой литературы

1. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте. Западнюк И. П., Западнюк В. И., Захария Е. Д.,

- Западиюк Б. В.—3-е изд., перераб. и доп. Киев; Виша школа. Головное изд-во, 1983.—383 с.
2. «Последовательность ДНК макаки-резуса имеет эволюционное, медицинское значение» (пресс-релиз). Центр секвенирования генома человека. 13 апреля 2007 .
 3. Groves, CP (2005). «Вид *Macaca mulatta* » . В Уилсоне, Делавэр ; Ридер, DM (ред.). *Виды млекопитающих мира: таксономический и географический справочник*.
 4. Perticone, P .; Риццони, М .; Palitti, F .; Ди Кьяра, П. (1974). "Образцы полос хромосом обезьяны резус (*Macaca mulatta*)". *Журнал эволюции человека* . 3
 5. science.sciencemag.org/content/316
 6. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте. Западняк И. П., Западиюк В. И., Захария Е. Д., Западиюк Б. В.—3-е изд., перераб. и доп. Киев; Виша школа. Головное изд-во, 1983.—383 с.
 7. Bar, Katharine J et al. "Simian-Human Immunodeficiency Virus SHIV.CH505 Infection of Rhesus Macaques Results in Persistent Viral Replication and Induces Intestinal Immunopathology." *Journal of virology* vol. 93,18 e00372-19. 28 Aug. 2019, doi:10.1128/JVI.00372-19