Check for updates

*Экспериментальные статьи*

УДК 57.084.1 + 599.824.5 + 57.026

EDN NDHMVR
https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-1-125-136

# Двухлетний лабораторный опыт группового содержания молодых неродственных макак резусов: анализ динамики поведения и влияния социального опыта

И. Ю. Голубева [✉1], Т. Г. Кузнецова [1], М. Н. Никитина [2]

[1] Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, 199034, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 6
[2] Ивановский государственный университет, 153025, Россия, г. Иваново, ул. Ермака, д. 39

***Сведения об авторах***

Инна Юрьевна Голубева, SPIN-код: 7581-4645, ResearcherID: W-5106-2018, ORCID: 0000-0003-3698-9036, e-mail: golubevaiu@infran.ru

Тамара Георгиевна Кузнецова, SPIN-код: 3786-7484, ORCID: 0000-0002-0196-0519, e-mail: dr.tamara.kuznetsova@gmail.com

Мария Николаевна Никитина, ORCID: 0009-0004-6378-5463, e-mail: marianikitina097@gmail.com

***Для цитирования:*** Голубева, И. Ю., Кузнецова, Т. Г., Никитина, М. Н. (2025) Двухлетний лабораторный опыт группового содержания молодых неродственных макак резусов: анализ динамики поведения и влияния социального опыта. *Интегративная физиология*, т. 6, № 1, с. 125–136. https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-1-125-136 EDN NDHMVR

***Получена*** 24 января 2025; прошла рецензирование 25 марта 2025; принята 28 марта 2025.

***Финансирование:*** Исследование не имело финансовой поддержки.

***Права:*** © И. Ю. Голубева, Т. Г. Кузнецова, М. Н. Никитина (2025). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

***Аннотация.*** Групповое содержание макак в неволе имеет очевидные преимущества, но требует усилий для снижения риска травм и репродуктивного успеха. В работе обобщен опыт двухлетнего наблюдения за группой неродственных макак резусов, объединенных в раннем возрасте в лабораторных условиях. Цель — сравнительный анализ поведения неродственных макак сразу после объединения в группу и спустя два года совместного пребывания с учетом их возраста и пола и оценка влияния социального опыта на жизнь особей. Девять макак резусов из питомника Курчатовского комплекса медицинской приматологии НИЦ «Курчатовский институт» были объединены в группу в ИФ РАН им. И. П. Павлова и условно разделены на старших (16–18 мес., два самца, две самки) и младших (14–15 мес., два самца, три самки) с последующим лонгитюдным изучением группового поведения. В первые два месяца у старших особей, в отличие от младших, сложились стабильные иерархические взаимоотношения, при этом они доминировали над младшими. Значимые изменения в поведении за два года совместного пребывания наблюдались только у старших особей: у самцов возросло дружелюбие, у самок — дружелюбие и исследовательская активность. На третьем году жизни у макак возникли проявления коллективной агрессии, направленной на одного члена группы. Наиболее уязвимыми оказались младшие самки. Период размножения наступил в возрасте 28–32 месяцев, наиболее активным был старший доминантный самец, который спаривался со всеми самками. Все самки оказались беременными, но только старшая доминантная самка родила здорового детеныша. Результаты лонгитюдного наблюдения за макаками при переходе от детства ко взрослому возрасту важны для понимания биологических закономерностей онтогенетического развития приматов в условиях социума, а также для создания экологически здорового образа жизни неродственных обезьян в лабораториях.

***Ключевые слова:*** макаки резусы, лонгитюдное наблюдение, групповое поведение, социальная активность, исследовательская активность, иерархические отношения, коллективная агрессия, онтогенез, половое созревание, размножение в неволе

# Two-year laboratory experiment in group housing of young unrelated rhesus macaques: Analysis of behavioral dynamics and influence of social experience

I. Yu. Golubeva ✉[1], T. G. Kuznetsova [1], M. N. Nikitina [2]

[1] Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, 6 Makarova Emb., Saint Petersburg 199034, Russia
[2] Ivanovo State University, 39 Ermaka Str., Ivanovo 153025, Russia

***Authors***

Inna Yu. Golubeva, SPIN: 7581-4645, ResearcherID: W-5106-2018, ORCID: 0000-0003-3698-9036, e-mail: golubevaiu@infran.ru

Tamara G. Kuznetsova, SPIN: 3786-7484, ORCID: 0000-0002-0196-0519, e-mail: dr.tamara.kuznetsova@gmail.com

Maria N. Nikitina, ORCID: 0009-0004-6378-5463, e-mail: marianikitina097@gmail.com

***For citation:*** Golubeva, I. Yu., Kuznetsova, T. G., Nikitina, M. N. (2025) Two-year laboratory experiment in group housing of young unrelated rhesus macaques: Analysis of behavioral dynamics and influence of social experience. *Integrative Physiology*, vol. 6, no. 1, pp. 125–136. https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-1-125-136 EDN NDHMVR

***Received*** 24 January 2025; reviewed 25 March 2025; accepted 28 March 2025.

***Funding:*** The study did not receive any external funding.

***Copyright:*** © I. Yu. Golubeva, T. G. Kuznetsova, M. N. Nikitina (2025). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

***Abstract.*** Group housing of macaques in captivity requires strategies to mitigate injury risks and promote reproductive success. This study summarizes a two-year longitudinal observation of rhesus macaques (*Macaca mulatta*) grouped during early adolescence under controlled laboratory conditions. We aimed to analyze sex- and age-specific behavioral patterns post-grouping and after two years of cohabitation, while evaluating the impact of social experience on individual development. Nine unrelated rhesus macaques from the Kurchatov Complex of Medical Primatology were housed at the Pavlov Institute of Physiology. The cohort was stratified by age into older (16–18 months; 2 males, 2 females) and younger (14–16 months; 2 males, 3 females) subgroups. Hierarchical structures emerged within two months: older individuals consistently dominated younger counterparts, with stable intra-subgroup dominance relationships observed only among older macaques. Longitudinal behavioral shifts were pronounced in older individuals: males exhibited increased affiliative behaviors, whereas older females displayed heightened affiliative and exploratory behaviors. Collective aggression manifested during the third year, with younger females being most vulnerable. Reproductive onset occurred at 28–32 months, dominated by the older male. Although all females conceived by the third year, only the dominant older female delivered a viable offspring. These findings elucidate ontogenetic trajectories of primates in artificial social environments and inform best practices for maintaining unrelated macaques in laboratory settings.

***Keywords:*** rhesus macaques, longitudinal study, affiliative behavior, social behavior, exploratory behavior, hierarchical relations, collective aggression, ontogenesis, sexual maturation, captive reproduction

## Введение

Одной из основных характеристик приматов, включая человека, является социальность (Бутовская, Файнберг 1993; Reddy et al. 2022). Социальные контакты являются основой их физического и психоэмоционального благополучия и репродуктивного успеха (Beisner et al. 2021; Fischer 2023).

Изучение социального поведения разных видов обезьян, для которых характерны продолжительное детство и выраженный подростковый период, может дать новые знания о моделях развития социальных структур у людей и механизмах социального обучения индивидов. Макаки резусы и шимпанзе наиболее близки к человеку по форме социальной организации — они образуют большие, относительно стабильные социальные группы, включающие разнополых особей всех возрастов, и на протяжении всей жизни имеют дифференцированные диадические связи с несколькими особями внутри этих групп (Reddy et al. 2022). У шимпанзе по достижении половой зрелости самки, как правило, эмигрируют в новые социальные группы, а самцы остаются в пределах своего сообщества, где постепенно обретают независимость от своих матерей (Reddy, Sandel 2020). У макак, напротив, родную группу покидают самцы, а самки остаются и сохраняют тесные связи

со своими близкими генетическими родственниками — матерями и их сестрами по материнской линии (Beisner et al. 2011; Fischer 2023; Hannibal et al. 2017; Maestripieri, Hoffman 2012). Самки макак наследуют свой статус от матерей, которые постоянно поддерживают их в агрессивных конфликтах, что способствует созданию стабильной социальной структуры группы.

В работе Мейшвили (Мейшвили 1998) прослежена динамика материнского поведения в течение 120 недель после рождения детенышей у низших обезьян, которая заключалась в исчезновении из поведенческого репертуара вначале физиологических паттернов, затем большей части защитных паттернов и некоторых социальных паттернов. Показано, что часть социальных паттернов сохраняется и составляет основу родственных отношений взрослых особей. Так, возрастной период 79–120 недель можно охарактеризовать как «подростковую» стадию взаимоотношений матери и детеныша.

Согласно другим данным, период детства у макак заканчивается в три года, особи трехпяти лет являются подростками, а после пяти лет могут считаться взрослыми (Maestripieri, Hoffman 2012). Наступление подросткового периода отмечается началом полового созревания, которое наступает в 48–54 месяца (Maestripieri, Hoffman 2012), по другим данным — от 2,5 до 4,5 лет (Simmons 2016), между 3,5 и 6 годами у самцов (van Wagenen, Simpson 1954), от 36 месяцев для самок (Kaufmann 1965).

В то же время отмечается, что достижение зрелости является в первую очередь социальным отличием — компетентностью и признанием членами группы (Reddy et al. 2022). Таким образом, подростковый возраст является переломным моментом, когда происходят нейроповеденческие изменения, способствующие социальному обучению, при этом полученный социальный опыт оказывает существенное влияние на последующую жизнь взрослой особи.

Для формирования эффективных социальных союзов особь должна иметь точное представление об отношениях доминирования в группе. У приматов иерархии доминирования возникают на ранних этапах онтогенеза, и индивиды используют различные способы, чтобы узнать об иерархических отношениях (Qu et al. 2017; Sliwa, Freiwald 2017): они оценивают сигналы доминирования (например, размер тела, агрессивное лицо); отслеживают социальные взаимодействия других особей в группе или напрямую взаимодействуют с соперниками, испытывая последовательные победы или поражения.

По данным литературы, наибольшие изменения в социальном развитии у макак резусов происходят на втором году жизни, что позволяет отнести этот возраст к важной вехе онтогенеза социальности (Kuznetsova et al. 2024; Pavez Fox et al. 2023).

В то же время, групповое содержание обезьян в неволе требует определенных усилий для сохранения их физического здоровья, снижения риска травм, повышения вероятности репродуктивного успеха и организации жизни в целом (Beisner et al. 2021; Fischer 2023). Многими авторами описана высокая агрессивность и низкая толерантность друг к другу у взрослых макак резусов (Мейшвили и др. 2015; Sosa 2016; Thierry 2007). Проблемой группового содержания в питомниках является скученность обезьян, которая нарушает социальное общение, усиливает аффективную реактивность и агрессию (Мейшвили и др. 2015; Casarrubea et al. 2022; Hannibal et al. 2017; Lutz et al. 2022; Novak 2021; Wooddell et al. 2017) и даже приводит к психическим нарушениям (Qu et al. 2017; Rothwell et al. 2023).

Для обеспечения надежной эмпирической оценки благосостояния обезьян как показателя адекватности условий содержания важно проводить постоянное отслеживание их поведения (Truelove et al. 2020). Качественные и количественные характеристики особенностей взаимоотношений особей, динамика их манипуляторной, исследовательской и двигательной активности дают представление о физическом и социальном здоровье животных (Фирсов 1977; Newman R. et al. 2021; Newman L. et al. 2023).

Несмотря на большое количество работ, посвященных социальному поведению макак, недостаточно изучены особенности формирования и развития социальных взаимоотношений в онтогенезе у неродственных особей. Крайне мало работ, связанных с влиянием раннего социального опыта на поведенческое развитие и физиологию молодых макак резусов (Rommeck et al. 2011; Ljungberg, Westlund 2000), хотя эти знания представляют уникальный опыт развития биоповеденческих профилей. В настоящей работе обобщен опыт двухлетнего наблюдения за группой неродственных макак резусов с момента их объединения в раннем возрасте в лабораторных условиях. Цель исследования — сравнительный анализ поведения макак с учетом их возраста и пола в условиях группового содержания в двух срезах: в первые два месяца после объединения и в конце второго года совместного пребывания с оценкой влияния социального опыта на жизнь отдельных особей.

## Методы исследования

Макаки резусы (девять особей — четыре самца и пять самок) были взяты из разных семейных групп обезьяньего питомника Курчатовского комплекса медицинской приматологии НИЦ «Курчатовский институт» (г. Сочи) в возрасте 14–18 месяцев (средний возраст 15,7 ± 1,3) и объединены в группу в антропоиднике ИФ РАН им. И. П. Павлова.

Антропоидник предназначен для изучения высших и низших обезьян и имеет четыре внутренних вольера общей площадью 30 квадратных метров и два уличных вольера общей площадью 30 квадратных метров. Все вольеры соединены между собой системой переходов, что позволяет обезьянам перемещаться из вольера в вольер, а персоналу легко управлять группой. Пространство вольеров оборудовано необходимыми элементами для проявления естественного поведения (деревья, полки, кормушки, поилки, перекладины) и различными элементами обогащения (качели, веревочные лестницы, гамаки, игрушки, ветки и т. п.), которые регулярно меняются для увеличения уровня активности группы. В вольере поддерживается световой суточный режим 12 ч (день) / 12 ч (ночь) и постоянная вентиляция. Ежедневный рацион макак состоит из натуральных продуктов, витаминов, минеральных веществ и микроэлементов.

Учитывая возрастной разброс в группе макак, особи были условно разделены на две подгруппы: старшая (два самца и две самки, средний возраст 16,9 ± 0,8 месяцев), и младшая (2 самца и 3 самки, средний возраст 14,7 ± 0,4 месяцев). Самая младшая макака (самка № 9) прожила в группе менее двух лет и была исключена из анализа.

Ежедневные часовые наблюдения с регистрацией социальных взаимоотношений в группе (проявления агрессии, ее направленность, разные виды дружелюбного поведения, половое поведение) и исследовательского поведения проводили в фиксированные часы светового дня. Использовали модифицированные матрицы для регистрации поведенческой активности (Дерягина, Бутовская 1992). Проводили сравнительный анализ вышеуказанных поведенческих реакций для каждой особи в двух срезах из 20 часов наблюдений каждый: 1) первые два месяца после объединения (сентябрь-октябрь 2022 г.); 2) в конце второго года совместного пребывания в группе (июнь-июль 2024 г.). Средний возраст макак на момент исследования в первом и втором срезах составил 15,9 ± 1,2 и 36,9 ± 1,2 месяцев, соответственно. На рисунке 1 представлены фотографии и возраст отдельных особей

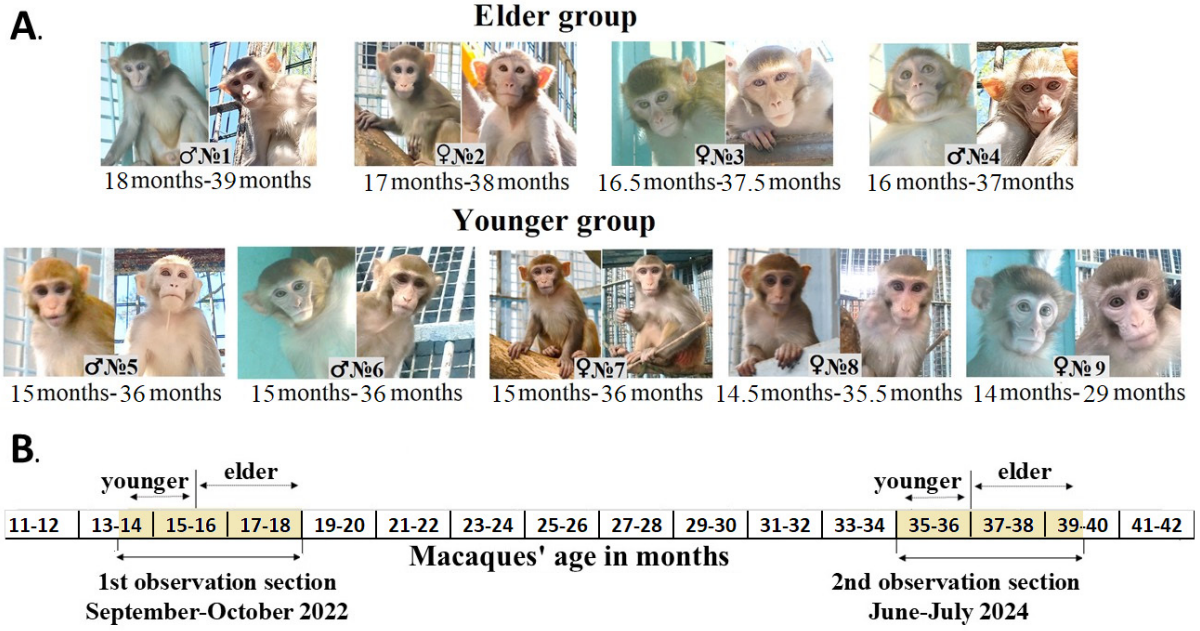


Рис. 1. А. Макаки резусы, объединенные в лабораторных условиях и условно разделенные на старших и младших. Фотографии и возраст каждой особи на момент объединения и в конце второго года жизни в сообществе. В. Шкала с указанием возрастных диапазонов макак старшей и младшей подгрупп в двух временных срезах наблюдений

Fig. 1. A. Rhesus macaques housed in group conditions and divided into older and younger subgroups. Individual portraits with corresponding ages are shown at the time of grouping and at the conclusion of the two-year observation period. B. Scale depicting the age ranges of the older and younger subgroups at the two observational time points


https://www.doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-1-125-136

при объединении в группу и в конце второго года жизни в сообществе (A), а также шкала с указанием возрастных диапазонов макак старшей и младшей подгрупп в двух временных срезах наблюдений (B).

Для статистической обработки использовали программу StatSoft STATISTICA 12 и Graph Pad Instat. Применяли дисперсионный анализ ANOVA с повторными измерениями, для множественных сравнений использовали апостериорный тест Тьюки.

## Результаты исследования

Проведенные наблюдения показали, что иерархические отношения у макак проявились уже в первый месяц после объединения. В качестве критерия доминирования использовали следующие показатели: б***о***льшая агрессивность, направленность агрессивных контактов и преимущество в агонистических взаимодействиях, способность привлекать к себе внимание остальных членов группы, а также преимущественный доступ к ресурсам (предпочитаемая пища, игрушки и т. п.). Оказалось, что особи старшей группы доминировали над особями младшей группы. При этом между старшими макаками сформировались достаточно выраженные отношения доминирования: выделялись доминантный и субдоминантный самцы, доминантная и субдоминантная самки. Эти отношения сохранялись на протяжении двухлетнего периода. Между особями младшей группы, напротив, иерархические отношения были не выражены и в дальнейшем отдельные проявления доминирования у них носили нестабильный характер.

Третий год жизни макак ознаменовался качественными изменениями в социальной жизни сообщества. Так, в этот период проявилась коллективная агрессия, направленная на одного члена группы. Наиболее уязвимыми оказались младшие самки, особенностью которых было выраженное преобладание индивидуального поведения над социальным. В результате коллективной агрессии у всех младших самок были случаи тяжелых травм, а самая младшая самка погибла в возрасте 32 месяцев. Кроме этого, спустя год совместного пребывания, в осенний период у самок макак появились выраженные признаки полового поведения: взбухание и покраснение гениталий и характерные монотонные призывные звуки, издаваемые самками в течение нескольких дней подряд. Период активного спаривания пришелся на ноябрь-декабрь 2023 г., средний возраст самок на этом момент составил 29,3 ± 1,3 месяца, самцов — 29,8 ± 1,7 месяцев. Наибольшую активность проявил старший доминантный самец (возраст 32 месяца), который последовательно в течение 3–7 дней спаривался с каждой из самок. У остальных самцов проявления половой активности не носили такого выраженного и систематического характера. На третьем году жизни все самки оказались беременными, но только старшая доминантная самка в возрасте 37 месяцев родила здорового детеныша. Старшая субдоминантная самка в возрасте 35,5 месяцев родила детеныша с множественными пороками развития, умершего на третьи сутки, а у младших самок случились выкидыши на разных сроках, причиной которых могла быть направленная на них коллективная агрессия (рис. 2).

Рис. 2. A. Самка № 7 в возрасте 33 месяцев, выкидыш на сроке ~ 3 месяцев в результате коллективной агрессии. B. Самка № 3 в возрасте 36 месяцев с однодневным детенышем, умершим в возрасте 3 дней в результате множественных пороков развития. C. Самка № 2 в возрасте 37,5 месяцев с самцом № 1 в возрасте 38,5 месяца и однодневным детенышем. D. Доминантный самец №1 в возрасте 45 месяцев

Fig. 2. A. Female No. 7, 33 months old, experienced a miscarriage at approximately three months of gestation due to group aggression. B. Female No. 3, 36 months old, with a one-day-old infant that died at three days of age from multiple developmental abnormalities. C. Female No. 2, 37.5 months old, alongside male No. 1, 38.5 months old, with a healthy one-day-old infant. D. Dominant male No. 1, 45 months old

Сравнительный анализ проявления социальной и исследовательской активности каждой особи в первые два месяца после объединения (2022 г.) и спустя два года группового содержания (2024 г.) выполнен для восьми особей (рис. 3), самка № 9, погибшая ранее, была исключена из выборки. Анализ двухлетней динамики поведения показал влияние факторов пола и возраста на количество поведенческих реакций у макак, при этом наблюдалось взаимодействие этих факторов с фактором тип поведения (агрессия, дружелюбие, исследовательская активность; MANOVA: Wilks lambda = 0,72, F(12, 694) = 10,32, p < 0,001). Значимые изменения в количественном проявлении поведенческих реакций в 2024 г., в сравнении с 2022 г., наблюдались только у особей старшей возрастной группы. Так, у старших самцов с возрастом возросло дружелюбное поведение, а у старших самок — дружелюбная и исследовательская активности (p < 0,001, апостериорный тест Тьюки).

## Обсуждение результатов

Проведенное лонгитюдное исследование позволило проследить становление социальной структуры у неродственных макак резусов, объединенных в возрасте 14–18 месяцев в новую группу, выявить качественные и количественные изменения поведенческой активности особей и оценить влияние полученного социального опыта на жизнь каждой макаки.

Учитывая, что иерархия означает направленность, асимметрию отношений, а не число агрессивных действий (Бутовская, Файнберг 1993; Дерягина, Бутовская 1992), был выполнен качественный анализ репертуара социальной активности каждой особи. Оказалось, что иерархические отношения у неродственных макак, ранее не общавшихся, сформировались в первые 1–2 месяца после их объединения, при этом основным системообразующим фактором был возраст.

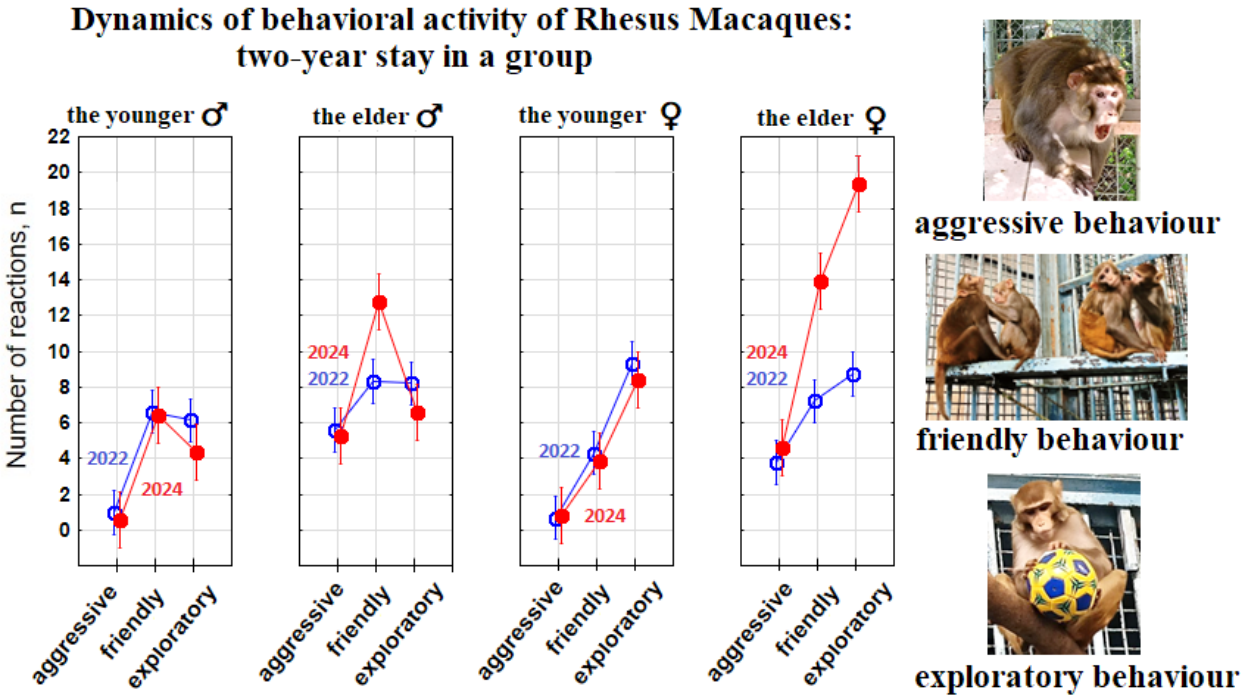


Рис. 3. Динамика поведенческой активности макак резусов в условиях двухлетнего группового содержания в лаборатории. Дисперсионный анализ ANOVA для повторных измерений: взаимодействие факторов возраст, пол и вид активности в двух срезах 2022 г. и 2024 г. (Wilks lambda = 0,72, F(12, 694)=10,32, p<0,001). Обозначения: по оси абсцисс — агрессивное, дружелюбное и исследовательское поведение, по оси ординат — количество указанных реакций (n, среднее арифметическое ±доверительный интервал). Синяя линия — 2022 г. (первые два месяца после объединения), красная линия — 2024 г. (два месяца в конце двухлетнего совместного пребывания)

Fig. 3. Behavioral dynamics of rhesus macaques during two years of group housing under laboratory conditions. Repeated ANOVA revealed a significant interaction among age, sex, and type of behavior across 2022 and 2024 (Wilks' λ = 0.72, F (12, 694) = 10.32, p < 0.001). Y-axis: number of behavioral responses (mean ± 95% confidence interval); X-axis: behavioral categories (aggressive, affiliative, exploratory). Blue line represents data from 2022 (first two months post-grouping), and red line represents data from 2024 (final two months of the two-year period)


https://www.doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-1-125-136

По данным литературы, самки макак наследуют свой статус непосредственно от своих матерей, что способствует созданию стабильной социальной структуры группы (Мейшвили и др. 2015; Fischer 2023; Hannibal et al. 2017; Maestripieri, Hoffman 2012). Однако макаки в данном исследовании были из разных семейных групп и должны были адаптироваться к социуму без поддержки родственных связей. Полученные факты могут быть полезными при формировании новых детских групп дошкольного возраста, впервые поступающих в дошкольные учреждения.

Две старшие особи — самец и самка — занимали доминирующее положение в группе на протяжении всего периода исследования, при этом по одним признакам ведущая роль принадлежала самцу, по другим — самке. Отмечается, что место самца в социальной иерархии зависит от его социального опыта, способности образовывать устойчивые связи с другими членами группы, способности выполнять функции контролирующего животного (Bernstein 1976). Известно, что сыновья высокоранговых самок, достигнув половой зрелости, в чужих группах чаще занимают высокое положение (Beisner et al. 2011; Bernstein 1976), что, по мнению Бутовской и Файнберг, связано не с генетическим наследованием рангов, а с условиями воспитания в конкретном социальном окружении — перениманием определенного стиля поведения матери (Бутовская, Файнберг 1993). Можно предположить, что наряду с возрастным фактором, иерархический статус родителей также мог повлиять на развитие социальных отношений в исследуемой группе.

Обнаружено, что проявления социальной активности у макак младшей группы были гораздо менее выражены в сравнении со старшими макаками. Это согласуется с данными о том, что подчинение коррелирует с возрастом, при этом конфликты неродственных особей, как правило, прекращаются, когда одна из них признает себя подчиненной (Бутовская, Файнберг 1993). Характерно, что младшие самки отличались преобладанием индивидуального поведения над социальным, и именно они оказались в группе риска и подверглись жесткой коллективной агрессии с травмами и летальным исходом. В работе Чалян с соавторами (Чалян и др. 2023) показано, что у макак резусов преобладающей формой летальной агрессии в семейных группах являются коллективные действия самок, направленные на молодых и взрослых членов группы. Вспышки агрессии между самками в неволе часто случаются после изъятия из группы самца-лидера, что свидетельствует о его роли в регуляции внутригрупповых отношений (Бутовская, Файнберг 1993). Есть мнение, что социальная роль особи зависит от комплекса показателей: пола, возраста, условий обитания, состава группы и социальной ситуации. С нашей точки зрения, ранний возраст неродственных макак при объединении их в группу не позволил им занять соответствующие социальные роли, что стало причиной возникновения вспышек коллективной агрессии, повлекшей за собой травмы и летальный исход.

Показано, что самки в возрасте до трех лет способны выносить беременность и родить здоровое поколение. Период полового созревания и активного размножения в группе неродственных макак наступил в возрасте 28–32 месяца. По литературным данным, это было значительно раньше положенного срока: по одним данным (Maestripieri, Hoffman 2012) половое созревание наступает в 48–54 месяца, по другим (Kaufmann 1965) — от 36 месяцев для самок. У макак наблюдалась четко выраженная сезонность размножения: все самки участвовали в спаривании, при этом самым активным и единственным для старших самок был доминантный самец. Сходная картина наблюдалась в островной колонии макак резусов около Пуэрто-Рико (Kaufmann 1965). По данным (Бутовская, Файнберг 1993), высокоранговые самки имеют преимущество в выживании детенышей и для них характерна выраженная направленность агрессивных действий на низкоранговых беременных самок, что также согласуется с результатами настоящего исследования. С нашей точки зрения, раннее половое созревание самцов и самок связано с условиями их содержания — необходимостью адаптации к групповому пребыванию в социальном окружении с ровесниками, без поддержки родственных связей и присутствия более старших особей.

Значимые изменения в количестве поведенческих реакций за два года наблюдений выявлены только у старших особей: у самцов значимо возросло дружелюбное поведение, а у самок — дружелюбное и исследовательское поведение. Достижение половой зрелости — наиболее ответственный период, когда особи должны утвердить свои позиции в группе. Отмечается, что именно на этот период приходится пик социальной, исследовательской и половой активности (Бутовская, Файнберг 1993; Pavez Fox et al. 2023), при этом наблюдаются различия в стратегиях между полами: самцы макак, вынужденные завоевывать себе статус в чужих группировках, в подростковом возрасте больше времени

проводят в обществе сверстников, а самки, остающиеся в родной группе, больше времени проводят с матерью. Усиление дружелюбия служит стабилизации отношений и уменьшению агрессии в группе. Значительное увеличение интереса к объектам окружающей среды и манипуляциям с ними у самок, в сравнении с самцами, можно объяснить склонностью к разному типу деятельности у особей противоположного пола в связи с использованием ими вышеописанных поведенческих стратегий.

Результаты, полученные в процессе двухлетнего наблюдения за новой группой молодых неродственных макак резусов, важны для понимания биологических закономерностей онтогенетического развития приматов в условиях социума, а также для создания экологически здорового образа жизни неродственных обезьян в лабораториях и питомниках.

## Выводы

- Иерархические отношения у макак сформировались в первые 1–2 месяца после их объединения: старшие особи доминировали над младшими и, в отличие от младших, между старшими особями проявились отношения доминирования.
- Период активного размножения в группе неродственных макак наступил в возрасте 28–32 месяца, значительно раньше положенного срока.
- Младшие самки, отличавшиеся преобладанием индивидуального поведения над социальным, подвергались жесткой коллективной агрессии и оказались в группе риска.
- Изменения в поведении за два года наблюдались только у старших особей: у самцов значимо возросло дружелюбное поведение, а у самок — дружелюбное и исследовательское поведение.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

## Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest, either existing or potential.

## Соответствие принципам этики

Эксперименты с животными проводились в соответствии с международными рекомендациями по проведению биомедицинских исследований с лабораторными животными и были одобрены Комиссией по этике Института физиологии им. И. П. Павлова РАН (протокол № 12/13 от 13.12.2021).

## Ethics Approval

Experiments involving animals were conducted in accordance with international guidelines for biomedical research using laboratory animals and were approved by the Ethics Committee of the I. P. Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences (Protocol No. 12/13, 13 December 2021).

## Вклад авторов

а. Голубева Инна Юрьевна — проведение исследования; анализ данных; подготовка рукописи;

б. Кузнецова Тамара Георгиевна — разработка концепции и утверждение рукописи;

в. Никитина Мария Николаевна — проведение исследования; анализ данных.

## Author Contributions

a. Inna Yu. Golubeva — conducted research, performed data analysis, and prepared the manuscript;

b. Tamara G. Kuznetsova — developed the study concept and approved the manuscript;

c. Maria N. Nikitina — conducted research and performed data analysis.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам Антропоидника за помощь в проведении ежедневных наблюдений за макаками.

## Acknowledgements

The authors would like to thank the staff of Antropoidnik for their assistance in conducting daily observations of macaques.

## Литература


Бутовская, М. Л., Файнберг, Л. А. (1993) *У истоков человеческого общества (поведенческие аспекты эволюции человека)*. М.: Наука, 255 с.

Дерягина, М. А., Бутовская, М. Л. (1992) *Этология приматов*. М.: Изд-во Московского государственного университета, 192 с.

Мейшвили, Н. В. (1998) *Социо-демографическое исследование родительского поведения низших обезьян в свете проблем антропосоциогенеза. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. М., Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 21 с.

Мейшвили, Н. В., Чалян, В. Г., Липина, Я. Ю., Пачулия, И. Г. (2015) Сравнительное исследование поведения самцов макак-резусов в условиях индивидуального и группового содержания. В кн.: Д. Б. Богоявленская (ред.). *От истоков к современности. 130 лет организации психологического общества при Московском университете: сборник материалов юбилейной конференции в 5 томах. Т. 5*. М.: Когито-Центр, с. 422–424.

Фирсов, Л. А. (1977) *Поведение антропоидов в природных условиях*. Л.: Наука, 163 с.

Чалян, В. Г., Мейшвили, Н. В., Пачулия, И. Г. и др. (2023) Летальная агрессия у содержащихся в неволе обезьян. *Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова*, т. 109, № 2, с. 178–191. https://doi.org/10.31857/S0869813923020036

Beisner, B. A., Jackson, M. E., Cameron, A. N., McCowan, B. (2011) Detecting instability in animal social networks: Genetic fragmentation is associated with social instability in rhesus macaques. *PLoS ONE*, vol. 6, no. 1, article e16365. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016365

Beisner, B. A., Remillard, C. M., Moss, S. et al. (2021) Factors influencing the success of male introductions into groups of female rhesus macaques: Introduction technique, male characteristics and female behavior. *American Journal of Primatology*, vol. 83, no. 9, article e23314. https://doi.org/10.1002/ajp.23314

Bernstein, I. S. (1976) Dominance, aggression and reproduction in primate societies. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 60, no. 2, pp. 459–472. https://doi.org/10.1016/0022-5193(76)90072-2

Casarrubea, M., Leca, J.-B., Gunst, N. et al. (2022) Structural analyses in the study of behavior: From rodents to non-human primates. *Frontiers in Psychology*, vol. 13, article 1033561. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1033561

Charbonneau, J. A., Amaral, D. G., Bliss-Moreau, E. (2022) Social housing status impacts rhesus monkeys' affective responding in classic threat processing tasks. *Scientific Reports*, vol. 12, no. 1, article 4140. https://doi.org/10.1038/s41598-022-08077-4

Fischer, J. (2023) Aging rhesus monkeys stick to friends and family. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 120, no. 1, article e2219062120. https://doi.org/10.1073/pnas.2219062120

Hannibal, D. L., Bliss-Moreau, E., Vandeleest, J. et al. (2017) Laboratory rhesus macaque social housing and social changes: Implications for research. *American Journal Primatology*, vol. 79, no. 1, article e22528. https://doi.org/10.1002/ajp.22528

Kaufmann, J. H. (1965) A three-year study of mating behavior in a freeranging band of rhesus monkeys. *Ecology*, vol. 46, no. 4, pp. 500–512. https://doi.org/10.2307/1934881

Kuznetsova, T. G., Golubeva, I. U., Meishvili, N. V., Chalyan, V. G. (2024) Group behavior of rhesus macaques in the second year of their lifespan. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, vol. 60, no. 6, pp. 2451–2459. https://doi.org/10.1134/S0022093024060231

Ljungberg, T., Westlund, K. (2000) Impaired reconciliation in rhesus macaques with a history of early weaning and disturbed socialization. *Primates*, vol. 41, no. 1, pp. 79–88. https://doi.org/10.1007/BF02557463

Lutz, C. K., Coleman, K., Hopper, L. M. et al. (2022) Nonhuman primate abnormal behavior: Etiology, assessment, and treatment. *American Journal of Primatology*, vol. 84, no. 6, article e23380. https://doi.org/10.1002/ajp.23380

Maestripieri, D., Hoffman, C. L. (2012) Behavior and social dynamics of rhesus macaques on Cayo Santiago. In: Q. Wang (ed.). *Bones, genetics, and behavior of rhesus macaques. Developments in primatology: Progress and prospects*. New York: Springer Publ., pp. 247–262. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1046-1_12

Newman, L. E., Testard, C., DeCasien, A. R. et al. (2023) The biology of aging in a social world: Insights from free-ranging rhesus macaques. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 154, article 105424. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105424

Newman, R., McKeown, S., Quirke, T. O'Riordan, R. M. (2021) The effect of a new enclosure on the behavior of a large captive group of lion-tailed macaques Macaca Silenus. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, vol. 9, no. 1, pp. 20–25. https://doi.org/10.19227/jzar.v9i1.397

Novak, M. A. (2021) Self-Injurious behavior in rhesus macaques: Issues and challenges. *American Journal of Primatology*, vol. 83, no. 6, article e23222. https://doi.org/10.1002/ajp.23222

Pavez Fox, M. A., Siracusa, E. R., Ellis, S. et al. (2023) Socioecological drivers of injuries in female and male rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *BioRxiv*. [Preprint]. Available at: https://doi.org/10.1101/2023.10.20.563310 (accessed 20.01.2025).

Qu, C., Ligneul, R., van der Henst, J.-B., Dreher, J.-C. (2017) An integrative interdisciplinary perspective on social dominance hierarchies. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 21, no. 11, pp. 893–908. http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2017.08.004

Reddy, R. B., Sandel, A. A. (2020) Social relationships between chimpanzee sons and mothers endure but change during adolescence and adulthood. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 74, no. 12, article 150. https://doi.org/10.1007/s00265-020-02937-7

Reddy, R. B., Sandel, A. A., Dahl, R. E. (2022) Puberty initiates a unique stage of social learning and development prior to adulthood: Insights from studies of adolescence in wild chimpanzees. *Developmental Cognitive Neuroscience*, vol. 58, article 101176. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101176

Rommeck, I., Capitanio, J. P., Strand, S. C., McCowan, B. (2011) Early social experience affects behavioral and physiological responsiveness to stressful conditions in infant rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *American Journal of Primatology*, vol. 73, no. 7, pp. 692–701. https://doi.org/10.1002/ajp.20953

Rothwell, E. S., Carp, S. B., Bliss-Moreau, E. (2023) The importance of social behavior in nonhuman primate studies of aging: A mini-review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 154, no. 13, article 105422. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105422

Simmons, H. A. (2016) Age-associated pathology in rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Veterinary Pathology*, vol. 53, no. 2, pp. 399–416. https://doi.org/10.1177/0300985815620628

Sliwa, J., Freiwald, W. A. (2017) A dedicated network for social interaction processing in the primate brain. *Science*, vol. 356, no. 6339, pp. 745–749. https://doi.org/10.1126/science.aam6383

Sosa, S. (2016) The influence of gender, age, matriline and hierarchical rank on individual social position, role and interactional patterns in *Macaca sylvanus* at 'La Forêt des Singes': A multilevel social network approach. *Frontiers in Psychology*, vol. 7, article 529. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00529

Thierry, B. (2007) Unity in diversity: Lessons from macaque societies. *Evolutionary Anthropology Issues: News and Reviews*, vol. 16, no. 6, pp. 224–238. https://doi.org/10.1002/evan.20147

Truelove, M. A., Martin, J. E., Langford, F. M., Leach, M. C. (2020) The identification of effective welfare indicators for laboratory-housed macaques using a Delphi consultation process. *Scientific Reports*, vol. 10, no. 1, article 20402. https://doi.org/10.1038/s41598-020-77437-9

Van Wagenen, G., Simpson, M. E. (1954) Testicular development in the rhesus monkey. *The Anatomical Record*, vol. 118, no. 2, pp. 231–251. https://doi.org/10.1002/ar.1091180209

Wooddell, L. J., Kaburu, S. S. K., Murphy, A. M. et al. (2017) Rank acquisition in rhesus macaque yearlings following permanent maternal separation: The importance of the social and physical environment. *Developmental Psychobiology*, vol. 59, no. 7, pp. 863–875. https://doi.org/10.1002/dev.21555

## References

Beisner, B. A., Jackson, M. E., Cameron, A. N., McCowan, B. (2011) Detecting instability in animal social networks: Genetic fragmentation is associated with social instability in rhesus macaques. *PLoS ONE*, vol. 6, no. 1, article e16365. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016365 (In English)

Beisner, B. A., Remillard, C. M., Moss, S. et al. (2021) Factors influencing the success of male introductions into groups of female rhesus macaques: Introduction technique, male characteristics and female behavior. *American Journal of Primatology*, vol. 83, no. 9, article e23314. https://doi.org/10.1002/ajp.23314 (In English)

Bernstein, I. S. (1976) Dominance, aggression and reproduction in primate societies. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 60, no. 2, pp. 459–472. https://doi.org/10.1016/0022-5193(76)90072-2 (In English)

Butovskaya, M. L., Feinberg, L. A. (1993) *U istokov chelovecheskogo obshchestva (povedencheskie aspekty evolyutsii cheloveka) [The origins of human society. Behavioral aspects of human evolution]*. Moscow: Nauka Publ., 255 p. (In Russian)

Casarrubea, M., Leca, J.-B., Gunst, N. et al. (2022) Structural analyses in the study of behavior: From rodents to non-human primates. *Frontiers in Psychology*, vol. 13, article 1033561. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1033561 (In English)

Chalyan, V. G., Meishvili, N. V., Pachulia, I. G. et al. (2023) Letal'naya agressiya u soderzhashchikhsya v nevole obez'yan [Lethal aggression in captive monkeys]. *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova — Russian Journal of Physiology*, vol. 109, no. 2, pp. 178–191. https://doi.org/10.31857/S0869813923020036 (In Russian)

Charbonneau, J. A., Amaral, D. G., Bliss-Moreau, E. (2022) Social housing status impacts rhesus monkeys' affective responding in classic threat processing tasks. *Scientific Reports*, vol. 12, no. 1, article 4140. https://doi.org/10.1038/s41598-022-08077-4 (In English)

Deryagina, M. A., Butovskaya, M. L. (1992) *Etologiya primatov [Ethology of primates]*. Moscow: Moscow State University Publ., 192 p. (In Russian)

Firsov, L. A. (1977) *Povedenie antropoidov v prirodnykh usloviyakh [Behavior of anthropoids in natural conditions]*. Leningrad: Nauka Publ., 163 p. (In Russian)

Fischer, J. (2023) Aging rhesus monkeys stick to friends and family. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 120, no. 1, article e2219062120. https://doi.org/10.1073/pnas.2219062120 (In English)

Hannibal, D. L., Bliss-Moreau, E., Vandeleest, J. et al. (2017) Laboratory rhesus macaque social housing and social changes: Implications for research. *American Journal Primatology*, vol. 79, no. 1, article e22528. https://doi.org/10.1002/ajp.22528 (In English)

Kaufmann, J. H. (1965) A three-year study of mating behavior in a freeranging band of rhesus monkeys. *Ecology*, vol. 46, no. 4, pp. 500–512. https://doi.org/10.2307/1934881 (In English)

Kuznetsova, T. G., Golubeva, I. U., Meishvili, N. V., Chalyan, V. G. (2024) Group behavior of rhesus macaques in the second year of their lifespan. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, vol. 60, no. 6, pp. 2451–2459. https://doi.org/10.1134/S0022093024060231 (In English)

Ljungberg, T., Westlund, K. (2000) Impaired reconciliation in rhesus macaques with a history of early weaning and disturbed socialization. *Primates*, vol. 41, no. 1, pp. 79–88. https://doi.org/10.1007/BF02557463 (In English)

Lutz, C. K., Coleman, K., Hopper, L. M. et al. (2022) Nonhuman primate abnormal behavior: Etiology, assessment, and treatment. *American Journal of Primatology*, vol. 84, no. 6, article e23380. https://doi.org/10.1002/ajp.23380 (In English)

Maestripieri, D., Hoffman, C. L. (2012) Behavior and social dynamics of rhesus macaques on Cayo Santiago. In: Q. Wang (ed.). *Bones, genetics, and behavior of rhesus macaques. Developments in primatology: Progress and prospects*. New York: Springer Publ., pp. 247–262. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1046-1_12 (In English)

Meyshvili, N. V. (1998) *Sotsio-demorgaficheskoe issledovanie roditel'skogo povedeniya nizshikh obez'yan v svete problem antroposotsiogeneza [Socio-demographic study of parental behavior of lower apes in light of the problems of anthroposociogenesis]. Extended abstract of PhD dissertation (Biology)*. Moscow, M. V. Lomonosov Moscow State University, 21 p. (In Russian)

Meyshvili, N. V., Chalyan, V. G., Lipina, Ya. Yu., Pachulia, I. G. (2015) Sravnitel'noe issledovanie povedeniya samtsov makak-rezusov v usloviyakh individual'nogo i gruppovogo soderzhaniya [A comparative study of the behavior of housing individually or in group rhesus monkeys]. In: D. B. Bogoyavlenskaya (ed.). *Ot istokov k sovremennosti. 130 let organizatsii psikhologicheskogo obshchestva pri Moskovskom universitete: sbornik materialov yubilejnoj konferentsii v 5 tomakh. T. 5 [From the origins to the present. 130 years of the organization of the Psychological Society at Moscow University: Collection of Proceedings of the anniversary conference in 5 volumes. Vol. 5]*. Moscow: Kogito-Tsentr Publ., pp. 422–424. (In Russian)

Newman, L. E., Testard, C., DeCasien, A. R. et al. (2023) The biology of aging in a social world: Insights from free-ranging rhesus macaques. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 154, article 105424. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105424 (In English)

Newman, R., McKeown, S., Quirke, T. O'Riordan, R. M. (2021) The effect of a new enclosure on the behavior of a large captive group of lion-tailed macaques Macaca Silenus. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, vol. 9, no. 1, pp. 20–25. https://doi.org/10.19227/jzar.v9i1.397 (In English)

Novak, M. A. (2021) Self-Injurious behavior in rhesus macaques: Issues and challenges. *American Journal of Primatology*, vol. 83, no. 6, article e23222. https://doi.org/10.1002/ajp.23222 (In English)

Pavez Fox, M. A., Siracusa, E. R., Ellis, S. et al. (2023) Socioecological drivers of injuries in female and male rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *BioRxiv*. [Preprint]. Available at: https://doi.org/10.1101/2023.10.20.563310 (accessed 20.01.2025). (In English)

Qu, C., Ligneul, R., van der Henst, J.-B., Dreher, J.-C. (2017) An integrative interdisciplinary perspective on social dominance hierarchies. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 21, no. 11, pp. 893–908. http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2017.08.004 (In English)

Reddy, R. B., Sandel, A. A. (2020) Social relationships between chimpanzee sons and mothers endure but change during adolescence and adulthood. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 74, no. 12, article 150. https://doi.org/10.1007/s00265-020-02937-7 (In English)

Reddy, R. B., Sandel, A. A., Dahl, R. E. (2022) Puberty initiates a unique stage of social learning and development prior to adulthood: Insights from studies of adolescence in wild chimpanzees. *Developmental Cognitive Neuroscience*, vol. 58, article 101176. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101176 (In English)

Rommeck, I., Capitanio, J. P., Strand, S. C., McCowan, B. (2011) Early social experience affects behavioral and physiological responsiveness to stressful conditions in infant rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *American Journal of Primatology*, vol. 73, no. 7, pp. 692–701. https://doi.org/10.1002/ajp.20953 (In English)

Rothwell, E. S., Carp, S. B., Bliss-Moreau, E. (2023) The importance of social behavior in nonhuman primate studies of aging: A mini-review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 154, no. 13, article 105422. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105422 (In English)

Simmons, H. A. (2016) Age-associated pathology in rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Veterinary Pathology*, vol. 53, no. 2, pp. 399–416. https://doi.org/10.1177/0300985815620628 (In English)

Sliwa, J., Freiwald, W. A. (2017) A dedicated network for social interaction processing in the primate brain. *Science*, vol. 356, no. 6339, pp. 745–749. https://doi.org/10.1126/science.aam6383 (In English)

Sosa, S. (2016) The influence of gender, age, matriline and hierarchical rank on individual social position, role and interactional patterns in *Macaca sylvanus* at 'La Forêt des Singes': A multilevel social network approach. *Frontiers in Psychology*, vol. 7, article 529. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00529 (In English)

Thierry, B. (2007) Unity in diversity: Lessons from macaque societies. *Evolutionary Anthropology Issues: News and Reviews*, vol. 16, no. 6, pp. 224–238. https://doi.org/10.1002/evan.20147 (In English)

Truelove, M. A., Martin, J. E., Langford, F. M., Leach, M. C. (2020) The identification of effective welfare indicators for laboratory-housed macaques using a Delphi consultation process. *Scientific Reports*, vol. 10, no. 1, article 20402. https://doi.org/10.1038/s41598-020-77437-9 (In English)

Van Wagenen, G., Simpson, M. E. (1954) Testicular development in the rhesus monkey. *The Anatomical Record*, vol. 118, no. 2, pp. 231–251. https://doi.org/10.1002/ar.1091180209 (In English)

Wooddell, L. J., Kaburu, S. S. K., Murphy, A. M. et al. (2017) Rank acquisition in rhesus macaque yearlings following permanent maternal separation: The importance of the social and physical environment. *Developmental Psychobiology*, vol. 59, no. 7, pp. 863–875. https://doi.org/10.1002/dev.21555 (In English)