



УДК 614.4

EDN UMHUXF

<https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-2-212-220>

## Референсы и возрастные особенности биохимических параметров крови обезьян двух видов: *Macaca mulatta* и *Papio hamadryas*

Л. О. Ахуба <sup>1</sup>, Н. В. Дობаджян<sup>1</sup>, В. Г. Джинджолия<sup>1</sup>, З. Я. Миквабия<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт экспериментальной патологии и терапии Академии наук Абхазии, 384900, Абхазия, г. Сухум, гора Трапедия, а/я 66

### Сведения об авторах

Лариса Отаровна Ахуба, SPIN-код: 3231-0028, ORCID: 0000-0003-3712-9548, e-mail: [lara\\_ahuba@mail.ru](mailto:lara_ahuba@mail.ru)

Нвард Вардановна Дობаджян, ORCID: 0009-0009-1148-8623, e-mail: [dobadzhyan@mail.ru](mailto:dobadzhyan@mail.ru)

Валерий Гаринович Джинджолия, SPIN-код: 2789-8205, ORCID: 0009-0006-0828-357X, e-mail: [dzhindzholiya.valeriy@gmail.com](mailto:dzhindzholiya.valeriy@gmail.com)

Зураб Ясонович Миквабия, ORCID: 0000-0002-0729-6516, e-mail: [primat.ana@mail.ru](mailto:primat.ana@mail.ru)

**Для цитирования:** Ахуба, Л. О., Дობаджан, Н. В., Джинджолия, В. Г., Миквабия, З. Я. (2025) Референсы и возрастные особенности биохимических параметров крови обезьян двух видов: *Macaca mulatta* и *Papio hamadryas*.

*Интегративная физиология*, т. 6, № 2, с. 212–220. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-2-212-220> EDN UMHUXF

**Получена** 10 февраля 2025; прошла рецензирование 24 июня 2025; принята 8 июля 2025.

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

**Права:** © Л. О. Ахуба, Н. В. Дობаджан, В. Г. Джинджолия, З. Я. Миквабия (2025). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях [лицензии CC BY 4.0](#).

**Аннотация.** Для отбора здоровых животных и интерпретации экспериментальных данных, полученных на приматах, необходимы референсные значения. Установление собственных биохимических нормативов у приматов, содержащихся в нашем питомнике, является важной составляющей оценки их соматического статуса. На сегодняшний день экспериментальное и производственное стадо Института экспериментальной патологии и терапии Академии наук Абхазии состоит в основном из обезьян видов *Macaca mulatta* и *Papio hamadryas*, соответственно, основная часть экспериментов проводится именно на этих двух видах приматов. Всего было отобрано и обследовано 109 относительно здоровых особей без клинических проявлений патологических процессов (67 *Macaca mulatta* и 42 *Papio hamadryas*), которые в свою очередь были разделены на три возрастные группы (молодые половозрелые, зрелые и старшего возраста). Полученные результаты сравниваются внутри вида, межвидовых сравнений нет. В результате работы по некоторым параметрам (альбумины, холестерин, аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза) были получены данные, которые мы предварительно принимаем за референсы у приматов двух видов. Проведенный анализ показал отличия в сравнительно-возрастном аспекте уровня общего белка, альбуминов, холестерина и некоторых биохимических параметров. Полученные данные требуют подтверждения в дальнейших исследованиях.

**Ключевые слова:** приматы, биохимические референсы, макаки резусы, павианы гамадрилы, трансляционная медицина, медицинская приматология

# Reference intervals and age-related variations in biochemical blood parameters in two primate species: *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas*

L. O. Akhuba <sup>1</sup>, N. V. Dobadzhyan<sup>1</sup>, V. G. Dzhindzholiya<sup>1</sup>, Z. Ya. Mikvabiya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Experimental Pathology and Therapy of the Academy of Sciences of Abkhazia, PO Box 66, Mount Trapezia, Sukhum 384900, Abkhazia

## Authors

Larisa O. Akhuba, SPIN: 3231-0028, ORCID: 0000-0003-3712-9548, e-mail: [lara\\_ahuba@mail.ru](mailto:lara_ahuba@mail.ru)

Nvard V. Dobadzhyan, ORCID: 0009-0009-1148-8623, e-mail: [dobadzhyan@mail.ru](mailto:dobadzhyan@mail.ru)

Valeriy G. Dzhindzholiya, SPIN: 2789-8205, ORCID: 0009-0006-0828-357X, e-mail: [dzhindzholiya.valeriy@gmail.com](mailto:dzhindzholiya.valeriy@gmail.com)

Zurab Ya. Mikvabiya, ORCID: 0000-0002-0729-6516, e-mail: [primat.ana@mail.ru](mailto:primat.ana@mail.ru)

**For citation:** Akhuba, L. O., Dobadzhyan, N. V., Dzhindzholiya, V. G., Mikvabiya, Z. Ya. (2025) Reference intervals and age-related variations in biochemical blood parameters in two primate species: *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas*. *Integrative Physiology*, vol. 6, no. 2, pp. 212–220. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-2-212-220> EDN UMHUXF

**Received** 10 February 2025; reviewed 24 June 2025; accepted 8 July 2025.

**Funding:** The study had no financial support.

**Copyright:** © L. O. Akhuba, N. V. Dobadzhyan, V. G. Dzhindzholiya, Z. Ya. Mikvabiya (2025). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under [CC BY License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**Abstract.** Reference values are essential for selection of healthy animals and the interpretation of experimental data in primatology. Establishing institution-specific biochemical reference intervals for primates maintained in our nursery is a critical component of somatic status assessment. The experimental breeding colony at the Institute of Experimental Pathology and Therapy of the Academy of Sciences of Abkhazia is comprised predominantly of *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas*; consequently, most experiments are conducted on these two species. This study aimed to establish biochemical reference values for these primates. Blood samples from 109 individuals (67 *Macaca mulatta* and 42 *Papio hamadryas*) were analyzed. Subjects were stratified into three age groups: young sexually mature, mature, and older. The results were compared within each species; no interspecific comparisons were performed. For several parameters — including albumin, cholesterol, alanine aminotransferase, and aspartate aminotransferase — data were obtained that we propose as provisional reference values for these two primate species. The assessment of glucose and triglyceride levels revealed abnormally high values, likely reflecting specific blood sampling procedures and animal housing conditions. Analysis demonstrated age-related differences in levels of total protein, albumin, cholesterol, and other parameters. The findings of this study require confirmation through further investigation.

**Keywords:** primates, biochemical references, *Macaca mulatta*, *Papio hamadryas*, translational medicine, medical primatology

## Введение

Известно, что обезьяны являются адекватной моделью для изучения различных патологических состояний человека благодаря филогенетическому родству между представителями отряда приматов. Исследования, проведенные на обезьянах, позволяют с высокой степенью достоверности делать выводы и экстраполировать их на людей с минимальными корректировками (Park et al. 2016). Одними из наиболее часто используемых видов обезьян в биомедицинских исследованиях являются макаки резусы и павианы гамадрилы в связи с их генетическим сходством с людьми (Lapin et al. 1987; Matua 2010). Однако необходимо отметить, что,

хотя обезьяны являются ценной моделью для исследований, они не полностью идентичны людям, более того, их биологические параметры будут отличаться в зависимости от их происхождения (Choi et al. 2016). Различия в генетической информации и окружающей среде могут влиять на реакцию организма на различные патологические состояния.

В течение последних 20–30 лет обезьяны являются одними из наиболее используемых лабораторных животных (Matsumoto et al. 1980), в связи с чем возникает необходимость изучения биохимических показателей крови, характерных для каждого вида в определенных условиях содержания (Harewood et al. 1999). Эта область исследований может принести не только

практическую пользу, но и помочь нам понять, насколько чувствительны различные биохимические показатели к условиям окружающей среды (Chuguev et al. 2016). Также полученные данные могут применяться для совершенствования методов лечения и экспериментов (Wang et al. 2012), поскольку физиологические и биохимические параметры крови у обезьян являются важными маркерами в различных исследованиях (Yu et al. 2019). Следовательно, референсные значения необходимы для поддержки отбора здоровых животных и для интерпретации лабораторных данных на разных моделях обезьян (Koo et al. 2019).

Цель данного исследования заключается в установлении референсов по некоторым биохимическим параметрам у молодых половозрелых животных, а также выявление возрастных особенностей биохимических показателей у макака резус и павианов гамадрил, содержащихся в питомнике нашего учреждения.

### Материалы и методы

Было обследовано 67 обезьян вида макака резус, которые были разделены на три возрастные группы: молодые половозрелые — 4–11 лет ( $n = 24$ ), зрелого — 12–19 лет ( $n = 23$ ) и старшего возраста — 20–30 лет ( $n = 10$ ). Вес данных приматов на момент осмотра варьировал от 5 до 10 кг. А также 42 обезьяны вида павиан гамадрил, которые также были разделены на группы с учетом принятой возрастной классификации: молодые половозрелые — от 5 до 12 лет ( $n = 27$ ), зрелый возраст — от 13 до 19 лет ( $n = 10$ ) и старший возраст — от 20 до 27 лет ( $n = 5$ ), вес приматов варьировал от 12 до 18 кг. Материалом для исследования служила сыворотка крови обезьян *Macaca mulatta* и *Papio hamadryas*. Биохимический анализ осуществляли на полуавтоматическом анализаторе «StatFax 4500» (Россия) с использованием реактивов фирмы «Витал» (Россия). Определяли широкий спектр биохимических параметров, однако в данной работе мы рассматриваем следующие: общий белок, альбумины, общий холестерин, глюкоза, триглицериды, общий билирубин, активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ).

В ходе данного исследования у обезьян минимизировали проявления дистресса. Животные находились в группах в специально оборудованных вольерах и клетках. Забор крови проводился квалифицированными специалистами в рамках ежегодного профилактического осмотра, цель которого — мониторинг здоровья

животных. Условия их содержания соответствуют разработанным и одобренным в Институте экспериментальной патологии и терапии Академии наук Абхазии (ИЭПит АНА) (Lapin et al. 1987) стандартам и аналогичны требованиям по ГОСТ 33218-2014 РФ.

Статистическую обработку проводили с использованием программы StatTech v. 3.1.6. Для оценки соответствия количественных данных нормальному распределению использовали критерии Шапиро — Уилка (для выборок менее 50) или Колмогорова — Смирнова (для выборок более 50).

Если данные соответствовали нормальному распределению, их описывали средними арифметическими значениями ( $M$ ), стандартными отклонениями ( $SD$ ) и 95% доверительным интервалом (95% ДИ). В случае ненормального распределения использовали медиану ( $Me$ ) и межквартильный размах ( $Q1 — Q3$ ).

Для сравнения трех и более групп по количественному показателю с нормальным распределением применяли однофакторный дисперсионный анализ, а для пост-хок анализов использовали критерий Тьюки (при условии равенства дисперсий). Для данных с ненормальным распределением использовали критерий Краскела — Уоллиса, а для пост-хок сравнений — критерий Данна с поправкой Холма.

Референтные интервалы рассчитывали с использованием 5-го и 95-го процентилей, что позволило получить интервал, включающий 90% значений каждой группы. Такой выбор был обусловлен особенностями метода расчета интервалов. Для оценки адекватности полученных интервалов и возможности их использования также анализировали распределение данных на box-plot диаграммах и q-q-plot графиках (для нормального или близкого к нормальному распределения). В исследовании представлены 90-процентные интервалы, удовлетворяющие трем критериям для нормально распределенных данных и двум критериям для ненормально распределенных (при числе наблюдений не менее 23). Значения, входящие в интервалы, не включают выбросы по критерию Тьюки, и на q-q-диаграммах они соответствуют нормальному распределению для параметров с Гауссовым распределением.

### Результаты исследования

После проведенной обработки данных в группе молодых половозрелых особей нам удалось установить референсы по некоторым параметрам.

Так, в результате работы установлены следующие референсы для уровня альбумина у молодых половозрелых приматов двух видов (табл. 1).

Также нами установлены референсы для уровня общего холестерина у этой же возрастной группы (табл. 2).

Уровни глюкозы и триглицеридов, выявленные в результате работы, являются высокими

для животных этих видов. Обычно у макак концентрация глюкозы в сыворотке крови noticeably ниже, чем у других лабораторных животных. Однако во время процедуры забора крови высвобождение катехоламинов может привести к высоким концентрациям, что связано с особенностями забора для обезьян вольерного содержания, значительно отличающихся от забора при индивидуальном содержании (Hall,

Табл. 1. Уровень альбумина у двух видов приматов

Вид	Альбумины, г/л		n
	Средние значения Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> (M±SD); 95% ДИ	Референсы (90%)	
Павианы гамадрилы	37,00 31,70–44,20	25–49	7
Макаки резус	40,95 ± 9,28 37,03–44,86	27–52	4

Table 1. Albumin levels in *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas*

Species	Albumin, g/l		n
	Average values Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> (M±SD); 95% DI	References (90%)	
<i>Papio hamadryas</i>	37.00 31.70–44.20	25–49	7
<i>Macaca mulatta</i>	40.95 ± 9.28 37.03–44.86	27–52	4

Табл. 2. Уровень холестерина у обезьян молодого возраста двух видов

Вид	Общий холестерин, ммоль/л		n
	Средние значения Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> (M±SD); 95% ДИ	Референсы (90%)	
Павианы гамадрилы	2,70 2,40–3,00	1,7–4,4	7
Макаки резус	3,42 ± 1,04 2,98–3,86	1,5–5,0	4

Table 2. Cholesterol levels in young *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas*

Species	Total cholesterol, mmol/l		n
	Average values Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> (M±SD); 95% DI	References (90%)	
<i>Papio hamadryas</i>	2.70 2.40–3.00	1.7–4.4	7
<i>Macaca mulatta</i>	3.42 ± 1.04 2.98–3.86	1.5–5.0	4

Everds 2003; Kuksova 1972). При продолжении исследования эти результаты могут быть не учтены для референсных значений, но использованы для рекомендаций при ведении экспериментов. Данные представлены в таблице 3.

В результате работы нами установлены референсы для уровня активности аминотрансфераз, представленные в таблице 4.

Среди определяемых нами параметров были и такие, для которых референсы не были

Табл. 3. Уровень глюкозы и триглицеридов у двух видов приматов

Вид	Глюкоза, ммоль/л Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> (M±SD); 95% ДИ	Триглицериды, ммоль/л Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	n
Павианы гамадрилы	7,90 / 6,65–9,65 5,5–13,5 (90%)	1,75 0,74–2,57 0,5–3 (90%)	7
Макаки резус	5,95 ± 1,49 5,32–6,58 3,9–8,3 (90%)	2,79 1,24–3,57 0,8–4,4 (90%)	4

Table 3. Glucose and triglyceride levels in *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas*

Species	Glucose, mmol/l Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> (M±SD); 95% DI	Triglyceride, mmol/l Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	n
<i>Papio hamadryas</i>	7.90 / 6.65–9.65 5.5–13.5 (90%)	1.75 0.74–2.57 0.5–3 (90%)	7
<i>Macaca mulatta</i>	5.95 ± 1.49 5.32–6.58 3.9–8.3 (90%)	2.79 1.24–3.57 0.8–4.4 (90%)	4

Табл. 4. Уровень активности аминотрансфераз у молодых макак резусов и павианов гамадрилов

Вид		АЛТ, ед/л	АСТ, ед/л	n
Павианы гамадрилы	Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	31,80 23,35–43,00	51,90 42,10–61,65	27
	Референсы	до 66,5 (95%)	до 76,1 (95%)	
Макаки резус	Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	38,42 20,85–57,00	46,30 31,60–55,90	24
	Референсы	до 74,6 (95%)	до 62,5 (95%)	

Table 4. Aminotransferase activity level in young *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas*

Species		ALT, units/l	AST, units/l	n
<i>Papio hamadryas</i>	Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	31.80 23.35–43.00	51.90 42.10–61.65	27
	References	up to 66.5 (95%)	up to 76.1 (95%)	
<i>Macaca mulatta</i>	Me; Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	38.42 20.85–57.00	46.30 31.60–55.90	24
	References	up to 74.6 (95%)	up to 62.5 (95%)	



установлены, однако была дана оценка в сравнительно-возрастном аспекте (рис. 1). Так, при оценке уровня общего белка в группе павианов мы наблюдаем тенденцию к повышению с возрастом, однако не видим нормального распределения показателей ( $p = 0,120$ ), что свидетельствует о необходимости увеличения числа наблюдений (используемый метод: критерий Краскела — Уоллиса). В то время как у макак резусов при анализе в возрастном аспекте были выявлены достоверные отличия ( $p = 0,037$ ), в группе приматов зрелого возраста — наиболее высокие показатели (используемый метод: F-критерий Фишера).

При сравнении во внутривидовом и межвозрастном аспекте уровня альбумина у павианов гамадрил и макак резусов мы наблюдаем тенденцию к снижению данного параметра без особенностей (при отличном от нормального распределении данных (рис. 2)). Возможно, такая картина связана либо с возрастными особенностями обезьян, либо является результатом нескольких факторов, например, неполноценного питания или воспалительных

процессов, приводящих к признакам расстройства желудочно-кишечного тракта, следовательно, также свидетельствует о необходимости увеличения числа наблюдений.

При сравнении данных общего холестерина у обезьян двух видов мы видим, что также характерны тенденции, требующие подтверждения в дальнейших исследованиях (рис. 3).

Как видно из рисунков, статистически значимые возрастные различия у двух видов обезьян отсутствуют. У макак резусов не наблюдается тенденции к росту уровня холестерина с возрастом, есть лишь небольшие отличия, в то время как у павианов гамадрил особи зрелого возраста отличаются, как правило, более высокими значениями. Кроме того, можно наблюдать, что размах значений с возрастом растет у обоих видов обезьян.

При анализе данных общего билирубина в возрастном аспекте в группе особей зрелого возраста у макак резусов, в отличие от павианов гамадрил, были установлены статистически значимые различия —  $p < 0,001$  (используемый метод: критерий Краскела — Уоллиса) (рис. 4).

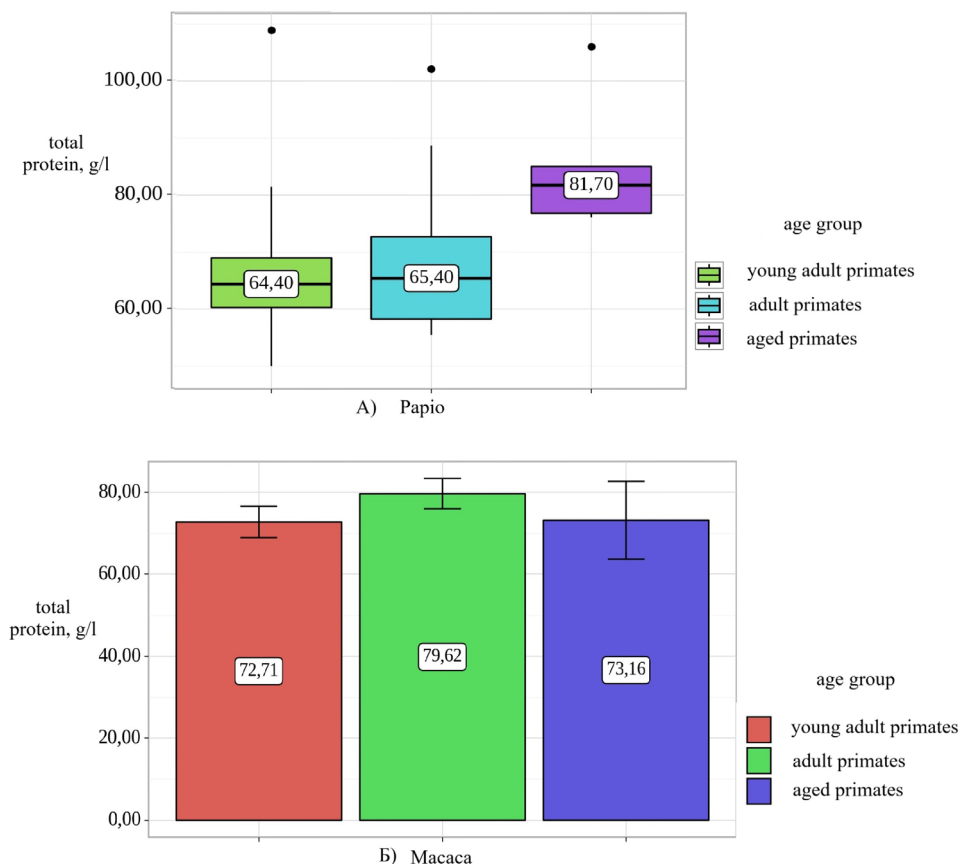


Рис. 1. Показатели общего белка у обезьян видов *Macaca mulatta* и *Papio hamadryas* в сравнительно-возрастном аспекте (box-plot)

Fig. 1. Serum total protein concentrations in *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas* across age groups. Data are presented as box plots

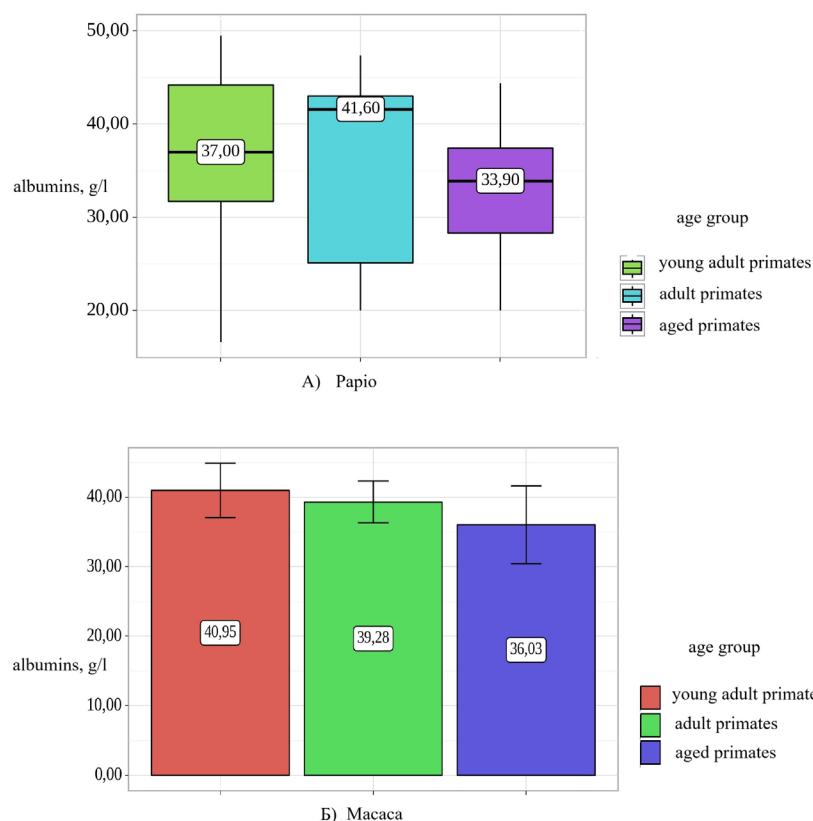


Рис. 2. Уровень альбуминов у обезьян видов *Macaca mulatta* и *Papio hamadryas* в возрастном аспекте (box-plot)

Fig. 2. Serum albumin concentrations in *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas* across age groups. Data are presented as box plots

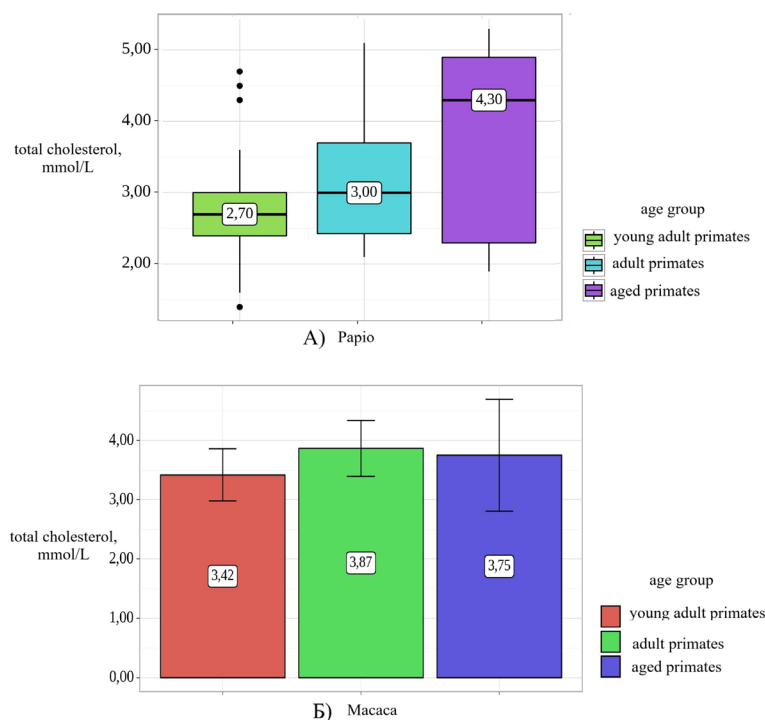


Рис. 3. Показатели общего холестерина обезьян видов *Macaca mulatta* и *Papio hamadryas* в возрастном аспекте (box-plot)

Fig. 3. Serum cholesterol concentrations in *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas* across age groups. Data are presented as box plots

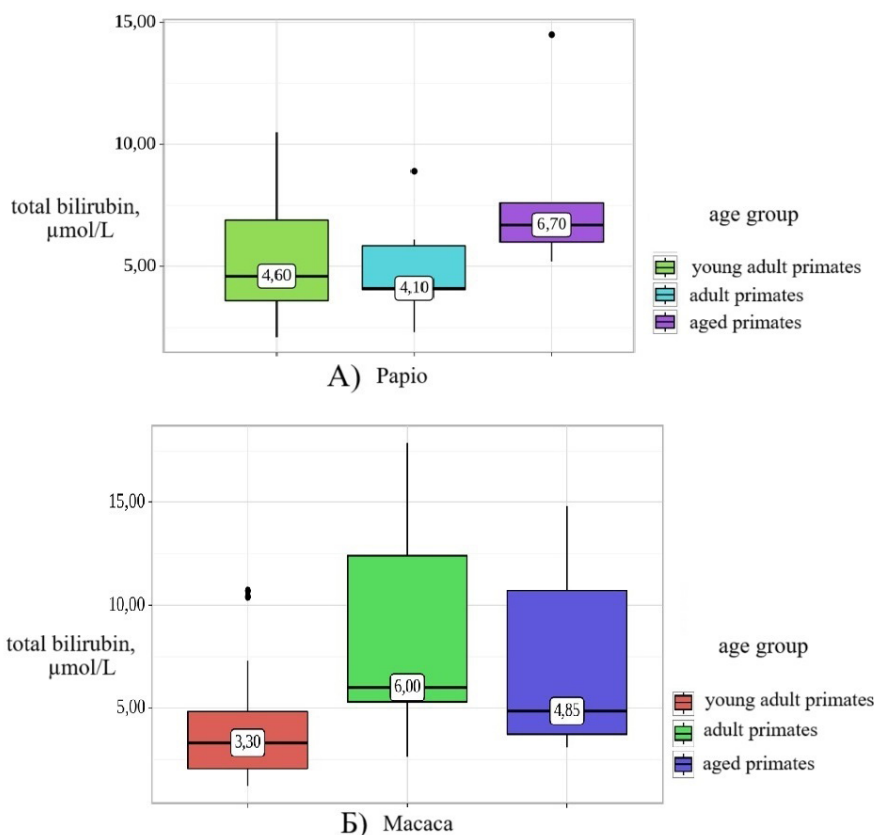


Рис. 4. Сравнительный анализ уровня общего билирубина у обезьян видов *Macaca mulatta* и *Papio hamadryas* в зависимости от возрастной категории ( $p < 0,001$ )

Fig. 4. Serum bilirubin concentrations in *Macaca mulatta* and *Papio hamadryas* across age groups ( $p < 0.001$ )

## Обсуждение

Основная цель нашей работы заключалась в установлении биохимических референсов у двух видов приматов. Установлены референсы по некоторым параметрам: альбумины, холестерин, аминотрансферазы. Был проведен анализ показателей в соответствии с возрастной группой. Обнаружены некоторые возрастные особенности, выраженные в тенденциях к повышению или понижению некоторых биохимических показателей, а также выявлены статистически значимые различия уровня общего белка и билирубина у макак резусов в сравнительно-возрастном аспекте. Полученные данные также подтверждают значение возраста при оценке некоторых биохимических показателей у приматов. Высокие значения глюкозы и триглицеридов в условиях вольерного содержания приматов свидетельствуют о важности индивидуального содержания животных при проведении экспериментов, ориентированных на уровень этих параметров. Несмотря на отсутствие клинических проявлений, необходима более широкая выборка обезьян для оценки частоты встречаемости значений данных параметров,

чтобы на основе этого сделать предположение о возможном субклиническом течении патологических процессов.

Статистический подход, который был использован в работе, является нестандартным, но применим, поскольку достаточно широко описывает нормативы. Для дальнейших исследований следует рассмотреть возможность расширения выборки, включив различные виды.

## 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 проводили в соответствии с международными рекомендациями по проведению биомедицинских исследований с лабораторными животными.



### Ethics Approval

Experiments with animals were carried out in accordance with international recommendations for conducting biomedical research with laboratory animals.

### Вклад авторов

а. Ахуба Лариса Отаровна — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста;

б. Добаджян Нвард Вардановна — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста;

в. Джинджолия Валерий Гаринович — статистическая обработка;

г. Миквабия Зураб Ясонович — концепция и дизайн исследования, редактирование текста.

### Author Contributions

a. Larisa O. Akhuba — study concept and design, manuscript drafting and critical revision;

b. Nvard V. Dobadzhyan — study concept and design, data collection and processing, manuscript drafting;

c. Valeriy G. Dzhindzholiya — statistical data processing;

d. Zurab Ya. Mikvabiya — study concept and design, critical revision.

### Благодарности

Авторы выражают благодарность коллегам ГНУ «ИЭПит АНА» за оказанную помощь при проведении данного исследования и редактировании материала.

### Acknowledgements

The authors extend their gratitude to colleagues at the Institute of Experimental Pathology and Therapy of the Academy of Sciences of Abkhazia for their valuable assistance in conducting this study and for their contributions to manuscript preparation.

### References

- Choi, K., Chang, J., Lee, M.-J. et al. (2016) Reference values of hematology, biochemistry, and blood type in cynomolgus monkeys from Cambodia origin. *Laboratory Animal Research*, vol. 32, no. 1, pp. 46–55. <https://doi.org/10.5625/lar.2016.32.1.46> (In English)
- Chuguev, Yu. P., Chalyan, V. G., Mejshvili, N. V., Chugueva, I. I. (2016) Biokhimicheskie pokazateli syvorotki krovi samtsov makak-rezususov v zavisimosti ot dlitel'nosti individual'nogo soderzhaniya [Serum chemistry in male rhesus monkeys by individual exposure]. *Byulleten' eksperimental'noj biologii i meditsiny — Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, vol. 162, no. 9, pp. 378–381. (In Russian)
- Hall, R. L., Everds, N. E. (2003) Factors affecting the interpretation of canine and nonhuman primate clinical pathology. *Toxicologic Pathology*, vol. 31, suppl. 1, pp. 6–10. <https://doi.org/10.1080/01926230390174878> (In English)
- Harewood, W. J., Gillin, A., Hennessy, A. et al. (1999) Biochemistry and haematology values for the baboon (*Papio hamadryas*): The effects of sex, growth, development and age. *Journal of Medical Primatology*, vol. 28, no. 1, pp. 19–31. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0684.1999.tb00085.x> (In English)
- Koo, B.-S., Lee, D.-H., Kang, P. et al. (2019) Reference values of hematological and biochemical parameters in young-adult cynomolgus monkey (*Macaca fascicularis*) and rhesus monkey (*Macaca mulatta*) anesthetized with ketamine hydrochloride. *Laboratory Animal Research*, vol. 35, no. 1, article 7. <https://doi.org/10.1186/s42826-019-0006-0> (In English)
- Kuksova, M. I. (1972) *Krovotvornaya sistema obez'yan v norme i pri patologii [The hematopoietic system of monkeys is normal and pathological]*. Moscow: Meditsina Publ., 128 p. (In Russian)
- Lapin, B. A., Dzhikidze, E. K., Fridman, E. P. (1987) *Rukovodstvo po meditsinskoj primatologii [Manual of medical primatology]*. Moscow: Meditsina Publ., 188 p. (In Russian)
- Matsumoto, K., Akagi, H., Ochiai, T. et al. (1980) Comparative blood values of *Macaca mulatta* and *Macaca fascicularis*. *Experimental Animals*, vol. 29, no. 3, pp. 335–340. PMID: 7408968 (In English)
- Matua, A. Z. (2010) *Sravnitel'no-vozrastnye aspekty immunnogo statusa nizshikh obez'yan (makak rezususov i pavianov gamadrylov) [Age-relative aspects of the immune status of lower monkeys (rhesus monkeys and hamadryl baboons)]*. PhD dissertation (Biology). Saint Petersburg, Saint Petersburg State University, 148 p. (In Russian)
- Park, H.-K., Cho, J.-W., Lee, B.-S. et al. (2016) Reference values of clinical pathology parameters in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*) used in preclinical studies. *Laboratory Animal Research*, vol. 32, no. 2, pp. 79–86. <https://doi.org/10.5625/lar.2016.32.2.79> (In English)
- Wang, H., Niu, Y. Y., Si, W. et al. (2012) Reference data of clinical chemistry, haematology and blood coagulation parameters in juvenile cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Veterinarni Medicina*, vol. 57, no. 5, pp. 233–238. (In English)
- Yu, W., Hao, X., Yang, F. et al. (2019) Hematological and biochemical parameters for Chinese rhesus macaque. *PLoS One*, vol. 14, no. 9, article e0222338. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222338> (In English)