

З. Ш. СМАГУЛОВА, С. Г. МАКАРУШКО, Е. С. ЕФАНОВА, Т. Д. КИМ, К. Т. ТАШЕНОВ

(РГП «Институт физиологии человека и животных» КН МОН РК, г. Алматы)

## СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО БЕЛКА, АЛЬБУМИНА И ГЛЮКОЗЫ В ПЛАЗМЕ И СМЫВАХ С ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА

### Аннотация

В опытах на белых беспородных крысах изучались физиологические границы биохимических параметров плазмы крови и смывов с эритроцитов в разных возрастных группах. В результате исследований было выявлено, что физиологическое состояние организма в разные фазы онтогенеза сопровождается изменениями адсорбционно-транспортной функции эритроцитов. Обнаружены сложные возрастные изменения переноса количества общего белка, альбумина эритроцитами на фоне достоверного уменьшения содержания белка в плазме крови старых крыс по сравнению с половозрелыми. Выявленные низкие значения концентрации белка в смывах с эритроцитов у 4–6 недельных животных могут быть вследствие неоднородности популяции красных клеток крови, отличиями в функциональных свойствах эритроцитов из-за относительно большего количества ретикулоцитов и соответственно сниженного числа зрелых эритроцитов.

Анализ данных по смывам с «молодых» и «старых» эритроцитов разновозрастных групп крыс показал, что максимальный перенос глюкозы осуществляется эритроцитами группы половозрелых крыс. В группе неполовозрелых и старых крыс перенос глюкозы «молодыми» эритроцитами ниже тех же показателей в группе половозрелых крыс. Глюкоза больше переносится «молодыми» эритроцитами в группах половозрелых и старых крыс.

**Ключевые слова:** опыт, беспородные, крысы, физиология, биохимия, плазма, кровь, эритроциты, группа, исследования, организм, возраст, изменения, белки, концентрация, смывы, животные, зрелые.

**Кілт сөздер:** тәжірибе, тұқымсыз, егеуқұйрық, физиология, биохимия, плазма, қан, эритроцит, топ, зерттеу, жүйке, жас, өзгеріс, ақ, шоғырлану, жуу, хайуанат, есейген.

**Keywords:** experience, breeds, rats, physiology, biochemistry, plasma, blood, red corpuscles, group, researches, organism, age, changes, squirrel, concentration, washings off, animals mature.

Изучение обмена веществ на разных этапах онтогенеза человека и животных является одним из важнейших путей познания механизмов старения. Старение характеризуется неравномерными, разнонаправленными изменениями обмена веществ и энергии, ведущими к снижению адаптационных возможностей стареющего организма и способствующими возникновению болезней. Первичные механизмы старения связаны с изменениями в обмене белков, углеводов, липидов, содержания и активности отдельных ферментов, что создает основу для нарушения ряда метаболических циклов [1].

Важнейшим следствием при старении организма является изменение структурных свойств и нарушение барьерных функций биомембран, в результате чего меняется как их ионная проницаемость, так и ухудшается связь с мембраносвязанными основными органическими веществами и ферментами. Удобной и доступной моделью для оценки структурно-функционального состояния биомембран являются эритроциты.

При циркуляции в сосудистой системе эритроциты подвергаются различным воздействиям и поэтому с возрастом у них происходят изменения в биохимическом составе и структуре мембран.

В связи с этим целью нашей работы явилось изучить физиологические границы биохимических параметров плазмы крови и переноса веществ на поверхности эритроцитов в разных возрастных группах экспериментальных животных.

### Материалы и методы исследования

Исследование биохимических показателей крови крыс в разные возрастные периоды выполняли на 30 белых беспородных крысах, содержащихся на стандартном рационе вивария. Для опытов были сформированы 3 группы крыс: первая группа – неполовозрелые крысы (1–1,5 месячные); вторая – половозрелые (5–7 месячные) и третья группа – старые крысы (12–18 месячные).

Забор крови для биохимического анализа осуществляли утром до кормления крыс. Смешанную кровь забирали у наркотизированных крыс путем декапитации. Кровь

стабилизировали гепарином (2–3 Ед/мл) в качестве антикоагулянта. После центрифугирования (15 мин при 1500 об/мин) плазму отделяли от эритроцитов. Эритроциты разделяли на «молодые» (МЭ) и «старые» (СЭ), центрифугированием клеток с последовательным отбором верхней и нижней части эритроцитарного столба [2].

Тестируемые вещества с эритроцитов крыс смывали однократно путем добавления и перемешивания эритроцитарной массы с 3% раствором хлористого натрия. Взвесь вновь центрифугировали. Отделяли супернатант (смыв). В смывах с эритроцитов и в плазме определяли содержание общего белка, альбумина и глюкозы на биохимическом анализаторе А-25 BioSystems (Испания).

## Результаты и их обсуждение

Общеизвестно, что белки крови выполняют многие функции: поддерживают рН крови, играют важную роль в образовании иммунитета, комплексов с углеводами, липидами, гормонами и другими веществами, поэтому концентрация общего белка в сыворотке крови, определяет протекание обменных процессов в организме.

В наших исследованиях изучалось изменение содержания общего белка и альбумина в плазме крови и в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов крыс разных возрастных групп. Полученные данные представлены в таблице 1 и рисунках 1-3.

Таблица 1 – Содержание общего белка, альбумина и глюкозы в плазме и смывах с эритроцитов крови крыс разного возраста

Группы	Показатели		
	Общий белок, г/л	Альбумин, г/л	Глюкоза, ммоль/л
В плазме			
Неполовозрелые	37,60±1,92	21,15±1,45	5,78±0,29
Половозрелые	67,45±1,68	34,23±0,94	6,60±0,26
Старые	55,54±0,26	23,03±0,6	6,85±0,09
В смывах с «молодых» эритроцитов			
Неполовозрелые	11,17±0,63	4,01±0,29	1,58±0,07
Половозрелые	22,54±0,7	7,66±1,08	2,42±0,29
Старые	23,93±1,52	5,19±0,66	2,33±0,05
В смывах со «старых» эритроцитов			
Неполовозрелые	11,21±0,64	4,09±0,50	1,62±0,05
Половозрелые	16,35±0,27	5,79±1,27	2,27±0,11
Старые	20,97±0,49	4,18±0,55	2,00±0,07

Количество общего белка в заключительный этап онтогенеза в плазме крови крыс было на 18% ниже по сравнению с уровнем общего белка, отмеченным у крыс репродуктивного возраста (таблица 1, рисунок 1), что подтверждается данными и других авторов [3].

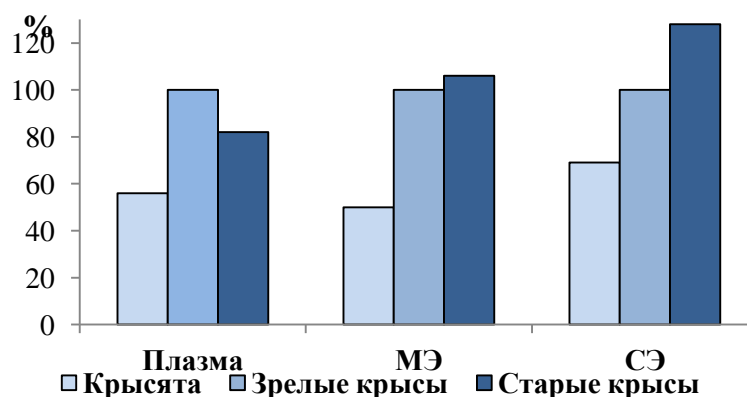


Рисунок 1 – Содержание общего белка в плазме крови и в смывах с эритроцитов в разных возрастных группах

Данные по содержанию общего белка в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов в разных возрастных группах, полученные нами впервые, представлены в таблице 1. Количество общего белка в смывах с «молодых» эритроцитов в группе старых крыс увеличилось незначительно, на 6%; в смывах со «старых» эритроцитов – на 28%, по сравнению с показателями смывов с эритроцитов группы половозрелых крыс.

Изменения концентрации общего белка в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов в группе неполовозрелых крыс были более значительными по сравнению с идентичными показателями группы половозрелых крыс. Так, количество общего белка в смывах с «молодых» эритроцитов (группы неполовозрелых крыс) было в 2 раза (на 50%) ниже, а в смывах со «старых» – на 31% ниже, чем в тех же смывах группы половозрелых крыс (таблица 1, рисунок 1).

Биохимические исследования позволили также установить, что в зрелом возрасте крыс количество альбумина в плазме крови ниже на 33%, а в неполовозрелом – ниже на 38%, по сравнению с величинами этих показателей в репродуктивном возрасте (таблица 1, рисунок 2).

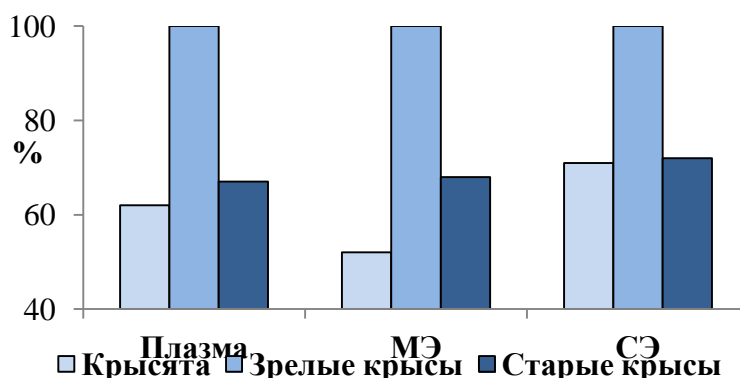


Рисунок 2 – Содержание альбумина в плазме крови и в смывах с эритроцитов в разных возрастных группах

Данные, отражающие изменения концентрации альбумина в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов у исследованных разновозрастных групп крыс оказались значительно информативнее. Выявлено резкое увеличение концентрации альбумина как в смывах с «молодых», так и «старых» эритроцитов в группе половозрелых крыс по сравнению с неполовозрелыми и зрелыми крысами. Установлено, что содержание альбумина в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов крови неполовозрелых крыс соответственно на 48 и 39% меньше таковых группы половозрелых крыс. В группе зрелых крыс, по сравнению с половозрелыми крысами, концентрация альбумина в смывах с «молодых» и «старых» эритроцитов уменьшилась соответственно на 32 и 28% (таблица 1, рисунок 2).

Таким образом, более низкий уровень белка в плазме крови неполовозрелых крыс, скорее всего, объясняется недостаточной функцией белковообразовательных систем организма. В том числе низкие значения концентраций белка в смывах с эритроцитов у 4–6 недельных животных могут быть вследствие неоднородности популяции красных клеток крови (повышенное содержание ретикулоцитов и малое содержание зрелых эритроцитов). У половозрелых крыс

устанавливается равновесие эритропоэза и эритролизиса. В группе старых крыс второй процесс преобладает над первым.

Нами установлено возрастание уровня глюкозы в плазме крови в исследованных возрастных группах животных по отношению к 1–1,5 месячным крысам. Наибольшая концентрация глюкозы отмечена в плазме крови 12–18 месячных животных (таблица 1, рисунок 3).

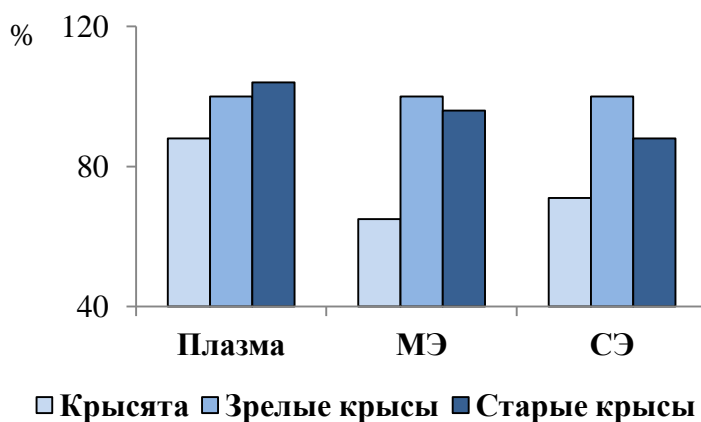


Рисунок 3 – Содержание глюкозы в плазме крови и в смывах с эритроцитов в разных возрастных группах

Анализ данных по смывам с «молодых» и «старых» эритроцитов разновозрастных групп крыс показал, что максимальный перенос глюкозы осуществляется эритроцитами группы половозрелых крыс. В группе неполовозрелых и старых крыс перенос глюкозы «молодыми» эритроцитами ниже тех же показателей в группе половозрелых крыс соответственно на 35% и 29% (таблица 1).

Известно, что избыток глюкозы действует как патогенетический и способствующий старению фактор [4, 5]. Гипергликемия приводит к резкому ускорению процессов гликозилирования белков. Вместе со свободнорадикальным окислением неферментативное гликозилирование белков является одной из причин разрушения тканей при старении организма [5].

Выявленная тенденция снижения эритроцитарного транспорта глюкозы и увеличения ее содержания в плазме крови в группе старых крыс по сравнению с группой половозрелых крыс, скорее всего можно объяснить нарушением функции поджелудочной железы и известным снижением уровня инсулина в крови старых крыс.

Таким образом, выявленный нами диапазон основных биохимических показателей в смывах с эритроцитов позволяют считать установленные количественные значения нормативными для белых крыс в различные периоды онтогенеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Майборода Е.А. Метаболические эффекты дельта-сон индуцирующего пептида в регуляции гомеостаза при старении организма: Автореф. канд. биол. наук: 03.00.04. – Ростов-на Дону, 2009. – 25 с.
- 4 Аврамова Т.Н., Титова Н.М. Руководство по большому биохимическому практикуму. – Красноярск, 1978. – 107 с.
- 3 Походенко М.В. Морфофункциональные особенности организма, регенераторный потенциал кожи и пути их коррекции у белых крыс заключительного периода онтогенеза: Автореф. канд. биол. наук: 03.03.05. – Ставрополь, 2012. – 19 с.
- 4 Колосова М.В., Лакомая Ю.А., Титова Н.М. Изучение кинетических свойств глутатион-S-трансферазы и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в эритроцитах нормального эритропоэза // Вестник КрасГУ. – 2004. – 164 с.
- 5 Лакомая Ю.А. Глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа при старении эритроцитов: Автореф. Канд. биол. наук: 03.00.04. – Тюмень, 2006. – 25 с.

#### REFERENSES

- 1 Majboroda E. A. Metabolicheskie jeffekty del'ta-son inducirujuwego peptida v reguljácii gomeostaza pri starenii organizma: *avtoref. kand. biol. nauk*: 03.00.04. Rostov-na Donu. **2009**. 25 s. (in Russ.)
- 2 Avramova T.N., Titova N.M. *Rukovodstvo po bol'shomu biohimicheskomu praktikumu*. Krasnojarsk. **1978**. 107 s.
- 3 Pohodenko M.V. Morfofunkcional'nye osobennosti organizma, regeneratorynyj potencial kozhi i puti ih korrekcii u belyh krys zakljuchitel'nogo perioda ontogeneza: *avtoref. kand. biol. nauk*: 03.03.05. Stavropol'. **2012**. 19 s.
- 4 Kolosova M.V., Lakomaja Ju.A., Titova N.M. Izuchenie kineticheskikh svojstv glutacion-S-transferazy i gljukoza-6-fosfatdegidrogenazy v jeritrocitah normal'nogo jeritropojeza. *Vestnik KrasGU*. **2004**. 164 s.
- 5 Lakomaja Ju.A. Gljukoza-6-fosfatdegidrogenaza pri starenii jeritrocitov: *avtoref. Kand. biol. nauk*: 03.00.04. Tjumen', **2006**. 25 s.

## Резюме

*З. Ш. Смағұлова, С. Г. Макарушко, Е. С. Ефанова, Т. Д. Ким, К. Т. Тәшенов*

(«Адам және жануар физиологиясы институты» РМК ҚР БҒМ ҒК, Алматы қ.)

### ӨРТҮРЛІ ЖАСТАҒЫ ЕГЕУҚҰЙРЫҚТАР ҚАНЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ҚАН САРЫСУЫНДАҒЫ ЖӘНЕ ШАЙЫНДЫ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЖАЛПЫ НӘРУЫЗДАР, АЛЬБУМИН ЖӘНЕ ГЛЮКОЗАНЫҢ МӨЛШЕРІ

Өртүрлі жастағы ақ егеуқұйрықтардың қан сарысуы және эритроцит шайындысындағы биохимиялық параметрлерінің физиологиялық шекарасы тәжірибеде зерттелді. Тәжірибенің нәтижесі көрсеткендей, ағзаның физиологиялық жағдайы онтогенездің әртүрлі фазаларында эритроциттердің адсорбциялы-тасымалдаушы функциясының өзгеруімен қорғалады. Жас егеуқұйрықтарға қарағанда кәрі егеуқұйрықтардың қан сарысуы құрамындағы альбумин мен жалпы нәруыз саны эритроцитке қарағанда аз мөлшерде екені байқалды. 4–6 апталық жануарларда эритроцит шайындысындағы нәруыз концентрация көрсеткішінің аздығы пісіп жетілген эритроциттер санының төмендеуі және ретикулоциттер мөлшерінің жоғарылауына байланысты эритроциттердің функционалды қасиеттеріне қарағанда қан қызыл түйіршіктері популяциясының біртексіздігіне алып келуі мүмкін.

Өртүрлі жас топтарындағы егеуқұйрықтардың «жас» және «кәрі» эритроциттер шайындысы талдауларының көрсеткіштері, глюкозалардың максималды тасымалы жетілген егеуқұйрықтар топтарының эритроциттерінде болатынын көрсетті. Жетілмеген және кәрі егеуқұйрықтар топтарында «жас» эритроциттер арқылы глюкозалардың тасымалдануы жетілген егеуқұйрықтар топтарының көрсеткіштеріне қарағанда әлдеқайда төмен. Глюкоза жетілген және кәрі егеуқұйрықтар топтарының арасында «жас» эритроциттермен жақсырақ тасымалданады.

**Кілт сөздер:** тәжірибе, тұқымсыз, егеуқұйрық, физиология, биохимия, плазма, қан, эритроцит, топ, зерттеу, жүйке, жас, өзгеріс, ақ, шоғырлану, жуу, хайуанат, есейген.

## Summary

*Z. Sh. Smagulova, S. G. Makarushko, E. S. Efanova, T. D. Kim, K. T. Tashenov*

(RSE "Institute for Human and Animal Physiology")

The Committee of Science of the Ministry of Education and Science of Republic of Kazakhstan, Almaty city)

### CONTENT OF TOTAL PROTEIN, ALBUMIN, AND GLUCOSE IN THE PLASMA AND WASHOUT FROM BLOOD ERYTHROCYTES RATS OF DIFFERENT AGE

In experiments on white outbred rats were studied physiological borders of biochemical parameters of blood plasma and washings from erythrocytes in different age groups. A result of researches revealed, that the physiological state of the organism in different phases of ontogenesis is accompanied by changes of adsorption and transport function of erythrocytes. Were found complicated age-related changes of transfer of total protein, albumin, and erythrocytes against the background of authentic reducing the protein content in the blood plasma of old rats compared to mature. Identified low values of concentrations of protein in the washings of erythrocytes at 4–6 week animals may be owing heterogeneity of the population of erythrocytes, the differences in functional properties of erythrocytes due to a relatively larger number of reticulocytes and accordingly reduced the number of mature erythrocytes. Analysis of data by washout from the "young" and "old" erythrocytes of different age groups of rats showed that the maximum glucose transport carried out erythrocytes of pubertal rats. In the group of immature and old rats glucose transfer by "young" erythrocytes below the same indicator in a group of pubertal rats. Glucose is more transferred by "young" erythrocytes in groups of pubertal and old rats.

**Keywords:** experience, breeds, rats, physiology, biochemistry, plasma, blood, red corpuscles, group, researches, organism, age, changes, squirrel, concentration, washings off, animals mature.