

## СТРЕСС И РЕАКЦИЯ ЭРИТРОЦИТОВ

*Кинзерский Федор Михайлович, аспирант ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ*

*Дерхо Арина Олеговна, студент ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ*

**Аннотация.** Дана характеристика деформируемости эритроцитов в ответ на повышение количества карбонильных соединений (глюкозы) в крови лабораторных животных в условиях стресс-реакции, инициированной физическими факторами. Установлено, что метаболизм глюкозы в эритроците в условиях нормы формируется при соотношении между параметрами «Глюкоза ЦК» : «Глюкоза ГЭ» : «RDW-CV» на уровне 1 : 0,74 : 1,53. В модели вибрационного и иммобилизационного стресса снижается уровень глюкозы в эритроцитах в условиях повышения анизоцитоза клеток в 1,36-1,59 раза, что влияет на поток глюкозы из крови в красные клетки.

**Ключевые слова:** эритроциты, стресс, карбонильные соединения (глюкоза).

Стресс – это понятие, под которым подразумевают, как воздействие экстремального фактора на организм животных, так и его реакцию на него. При этом стресс-реакция является универсальной для всех живых организмов и характеризуется стадийностью развития, как симптоматических, так и метаболических признаков [1]. В условиях стресса метаболические признаки живого организма формируются за счет совокупности ферментативных и неферментативных реакций, сопровождающихся образованием различных химически активных соединений, инициирующих развитие окислительного, нитрозативного, карбонильного и т.д. стрессов [2, 3].

Как известно, основными карбонильными соединениями в крови животных являются моносахариды, среди которых приоритетна роль глюкозы. В её карбонильной группе атом углерода электрофилен и способен вступать в реакции с нуклеофильными атомами азота в составе аминокислот, пептидов и белков, запуская реакции неферментативного гликирования [5, 6]. Совокупность данных биохимических процессов в условиях стрессовой реакции определяет так называемый «карбонильный стресс».

Наиболее чувствительны к карбонильному стрессу эритроциты, что обусловлено отсутствием в их составе ядра, а также получением энергии за счет анаэробного окисления глюкозы [7]. Поэтому у эритроцитов в стрессовых условиях повышается склонность к деформации формы.

Цель данного исследования предусматривает характеристику деформируемости эритроцитов в ответ на повышение количества карбонильных соединений (глюкозы) в крови лабораторных животных в условиях стресс-реакции, инициированной физическими факторами.

**Материалы и методы.** В качестве физического стресс-фактора нами

использовалась: 1) вибрация, которая воспроизводилась при помощи встряхивающей платформы ( $v_{\text{движения}} = 160$  дв/мин); 2) иммобилизация, которая обеспечивалась путем помещения животных в пластиковый бокс, ограничивающий двигательную активность. Время воздействия физических стрессоров составляло 2 часа.

Эксперимент выполнен на крысах линии Wistar (пол мужской) в утренние часы, из которых сформировали две опытные группы в соответствии с используемыми физическими стрессорами. Цельную кровь брали у анестезированных животных, используя в качестве антикоагулянта гепарин, до эксперимента, после стрессирования через 1, 4, 24-часа. О деформируемости эритроцитов судили по показателю анизоцитоза (RDW-CV), который определен при помощи автоматического гематологического анализатора; о количестве карбонильных соединений – по концентрации глюкозы, которая определена ферментативным методом при помощи наборов реактивов «Вектор Бест» в гемолизате эритроцитов, полученном по методике Дробкина и цельной крови.

Лабораторные данные проанализированы с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты исследования.** Карбонильный стресс в эритроцитах инициируется воздействием: 1) глюкозы и кетоновых тел, циркулирующих в кровеносном русле; 2) дисбалансом гликолиза в самих эритроцитах.

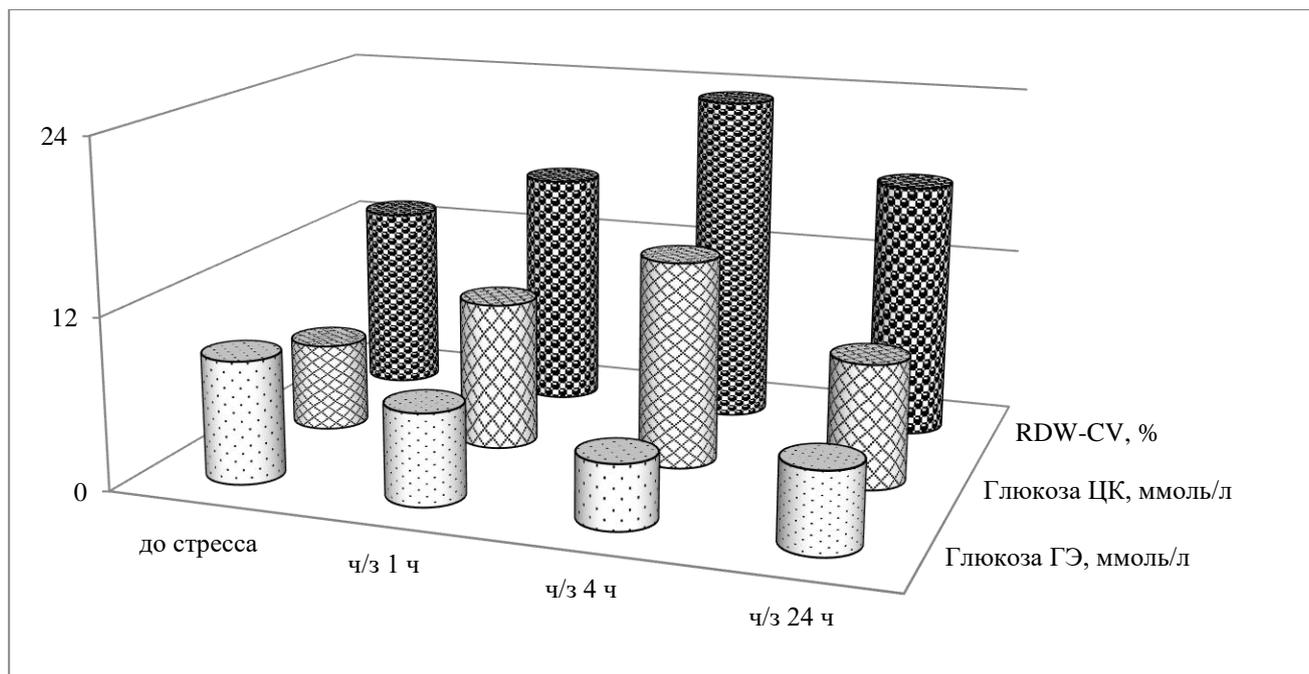


Рисунок 1 – Модель вибрационного стресса

В до стрессовых условиях концентрация глюкозы в эритроцитах была результатом баланса между её потоком в клетки из крови за счет инсулинонезависимого механизма и ее метаболизма по гликолитическому и пентозофосфатному пути в условиях поддержания эритроцитами определенной формы и размера.

При этом соотношение между параметрами «Глюкоза ЦК» : «Глюкоза

ГЭ» : «RDW-CV» составило 1 : 0,74 : 1,53. Следовательно, при данном балансе между параметрами обеспечивается возможность эритроцитов покрывать свои энергозатраты и поддерживать целостность плазматической мембраны [7, 8], то есть форму клеток (рис. 1, 2).

В модели вибрационного стресса количество глюкозы в гемолизате эритроцитов уменьшалось (особенно в первые 4 часа развивающейся стресс-реакции), но при этом её уровень увеличивался в крови кровеносного русла. Хотя транспорт глюкозы из крови в эритроциты является инсулиннезависимым, но за счет деформации клеток в стрессовых условиях, о чем свидетельствует прирост величины RDW-CV в 1,77 раза (рис. 1) плазматическая мембрана красных клеток была не способна путем простой диффузии обеспечивать транспорт глюкозы внутрь клетки. Это, с одной стороны, являлось адаптационным механизмом, защищающим гемоглобин от карбонильного стресса, определяя возможность транспорта кислорода. С другой стороны, определяло энергетический статус эритроцитов и возможность метаболизировать глюкозу.

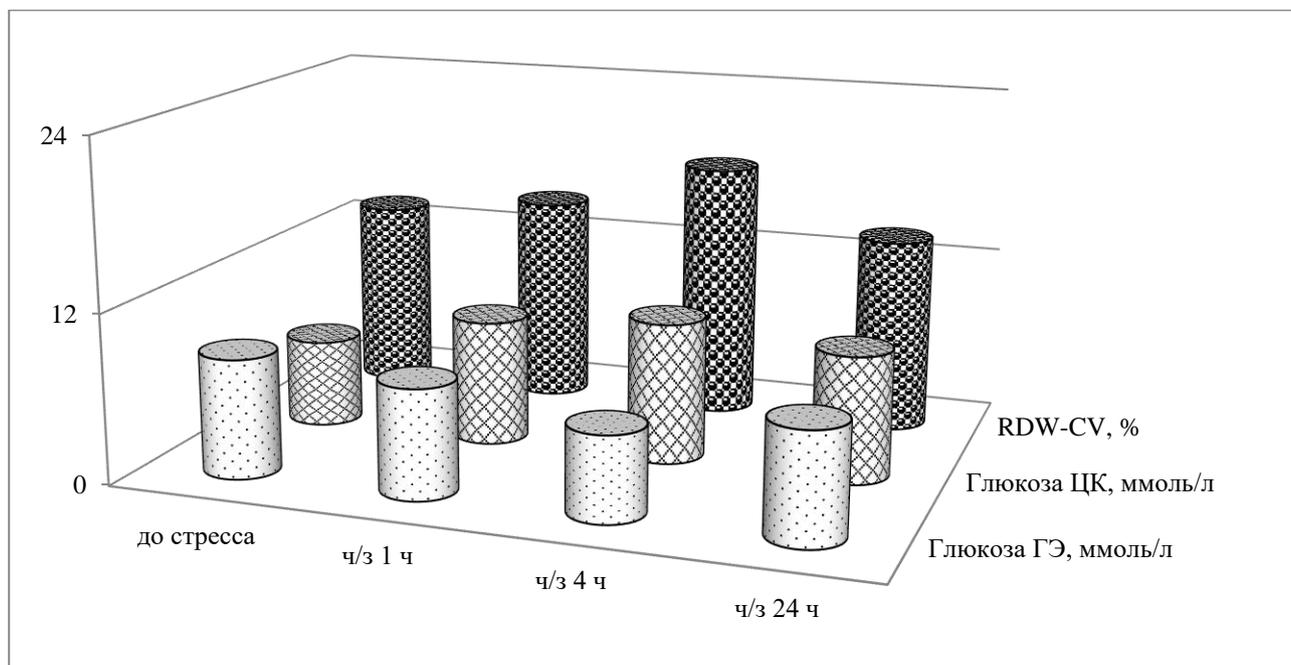


Рисунок 2 – Модель иммобилизационного стресса

В модели иммобилизационного стресса количественная выраженность изменений глюкозы в крови и эритроцитах, величине показателя анизоцитоза красных клеток была менее выражена (рис. 2). Однако направленность сдвигов сохранялась, как и в модели вибрационного стресса.

Это дает основание предположить, что физические факторы в роли стрессоров оказывают на организм лабораторных животных различное действие по силе, но эритроциты в стрессовых условиях однотипно реагируют на изменение концентрации глюкозы в кровотоке, как представителя карбонильных соединений в крови.

## **Выводы.**

1. Метаболизм глюкозы в эритроците в условиях физиологической нормы формируется при соотношении между параметрами «Глюкоза ЦК» : «Глюкоза ГЭ» : «RDW-CV» на уровне 1 : 0,74 : 1,53.

2. В модели вибрационного и иммобилизационного стресса снижается уровень глюкозы в эритроцитах в условиях повышения анизоцитоза клеток в 1,36-1,59 раза, что влияет на поток глюкозы из крови в красные клетки.

## **Библиографический список**

1. Дерхо, М.А. Влияние металлотоксикоза и вибрационного стресса на состояние углеводного обмена в организме мышей / М.А. Дерхо, Т.И. Середа // Известия Оренбургского ГАУ. – 2015. – №6(56). – С. 255-258.

2. Сайфутдинова, Л.В. Влияние технологического стресс-фактора на морфологические особенности эритроцитов кур / Л.В. Сайфутдинова, М.А. Дерхо // Ученые записки Казанской ГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 241. – № 1. – С. 173-176.

3. Preclinical and Clinical Antioxidant Effects of Natural Compounds against Oxidative Stress-Induced Epigenetic Instability in Tumor Cells / A. Bouyahya, N.E. Meniyi, L. Oumeslakht [et al.] // Antioxidants. – 2021. – Vol. 10. – P. 1553. doi.org/10.3390/antiox10101553

4. Колесник, Е.А. К проблеме физиологического адаптационного гомеостаза в модели организма теплокровных животных (обзор) / Е.А. Колесник, М.А. Дерхо // Вестник Челябинского государственного университета. Образование и здравоохранение. – 2020. – № 4 (12). – С. 15-30.

5. Шевцова, А.И. Конечные продукты гликелирования и их рецепторы при сердечно-сосудистых заболеваниях / А.И. Шевцова, В.А. Ткаченко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2019. – Т. 17(1). – С. 11-16.

6. Космачевская, О.В. Электрофильная сигнализация: роль активных карбонильных соединений / О.В. Космачевская, К.Б. Шумаева, А.Ф. Топунов // Успехи биологической химии. – 2019. – Т. 59. – С. 419-454.

7. Рыбьянова, Ж.С. Виды трансформаций эритроцитов у коров в условиях техногенной провинции / Ж.С. Рыбьянова, М.А. Дерхо // Ученые записки Казанской ГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 238. – № 2. – С. 170-175.

8. Рыбьянова, Ж. С. Особенности морфологии эритроцитов в организме телят в условиях техногенной провинции / Ж.С. Рыбьянова, М.А. Дерхо // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 687-692.