

гипоксически-ишемических повреждений. Кроме того, гемотрансфузия способствует коррекции коагуляционных нарушений, характерных для бабезиоза, за счёт восполнения тромбоцитарного звена и плазменных факторов свёртывания, что объясняет статистически значимое снижение частоты ДВС-синдрома в исследуемой группе. Важно отметить, что переливание крови не обладает этиотропным действием и не заменяет антипротозойную терапию, однако создаёт необходимые патофизиологические условия для её эффективности: улучшение перфузии органов повышает биодоступность препаратов, снижает токсическую нагрузку и ускоряет элиминацию паразитов и продуктов гемолиза.

Литература.

1. Дубровина, Е. А. Клиническая эффективность переливания эритроцитарной массы при тяжёлых формах пироплазмоза у собак / Е. А. Дубровина, В. А. Марченко // Международный вестник ветеринарии. - 2023. - Т. 19, № 3. - С. 78–86.
2. Ермаков, А. М. Лабораторная диагностика бабезиоза собак: сравнительный анализ микроскопии, ПЦР и серологических методов / А. М. Ермаков, С. П. Кузнецов // Ветеринарная патология. - 2022. - № 4. - С. 33–41.
3. Зайцев, В. В. Осложнения гемотрансфузии у мелких домашних животных: профилактика и тактика ведения / В. В. Зайцев, О. С. Лебедева // Ветеринарный врач. - 2023. - Т. 24, № 1. - С. 22–29.

УДК 636.087.72

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Полковниченко П.А., Воробьев Д.В., Полковниченко П.А.
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им.
В. Н. Татищева», г. Астрахань, Российская Федерация

*Данная тема охватывает два аспекта: фундаментальные принципы взаимодействия неорганических ионов с полиэлектролитами и их физиологическую роль в живых организмах. Она объединяет молекулярно-физические основы взаимодействия ионов с заряженными биополимерами с их системной физиологической регуляцией и функциональной значимостью в биологических организмах. **Ключевые слова:** ионы, полиэлектролиты, ион-полимерные взаимодействия, электролиты, гомеостаз, водно-электролитный баланс, биополимеры.*

ANALYSIS OF CHANGES IN ELECTROLYTE LEVELS AND IMPACT ON THE PHYSIOLOGICAL STATE OF FARM ANIMALS

*This topic explores two aspects: the fundamental principles governing the interaction of inorganic ions with polyelectrolytes, and their crucial physiological roles within living organisms. In summary, this topic bridges the molecular-physical foundations of ion-biopolymer interactions with their systemic physiological regulation and functional significance within complex biological organisms. **Keywords:** polyelectrolytes, ion-polyelectrolyte interactions, electrolytes, homeostasis, water-electrolyte balance, biopolymers.*

Введение. Анализ изменения уровня электролитов и влияние на физиологическое состояние сельскохозяйственных животных всегда представлял интерес для учёных. Д.Н. Насонов и В.Я. Александров высказывали предположение о том, что преобладающее накопление калия в клетках связано с более эффективным удержанием этого катиона анионами по сравнению, например, с натрием. Многие в этой концепции перекликается с теорией захвата Тесенберга и Вильбрандта, которые полагают, что вещества, поступающие в клетку в результате осмотического взаимодействия, трансформируются в соединения, неспособные свободно покинуть клетку. В результате изменяется величина градиентов концентрации, что способствует ускоренному поступлению ионов в клетку [1, 4].

В живой клетке организма важную роль в распределении электролитов играет взаимодействие с нуклеопротеинами, в состав которых входят рибонуклеиновые (РНК) и дезоксирибонуклеиновые (ДНК) кислоты, являющиеся полиэлектролитами. Нуклеиновые кислоты способны связывать определенное количество катионов за счет свободных остатков фосфорной кислоты. Велхиор установил, что моонуклеотид аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) лучше связывает калий, чем натрий или другие катионы. Этот автор высказывает мнение о роли АТФ как переносчика катионов при их обмене между окружающей средой и клеткой. А.А. Лев и В.И. Воробьев, сопоставляя изменения коэффициентов активности ионов Zn^{2+} , Na^{+} , K^{+} , возникающих при температурной денатурации ДНК, не обнаружили достоверной разницы между ними, что свидетельствует об отсутствии селективности при подобном связывании ионов [2, 5].

Наряду с нуклеопротеидами и нуклеиновыми кислотами электролиты могут соединяться с фосфатидами. Так, кефалины легко образуют соли с натрием и калием, поскольку в их составе присутствует слабое основание – холин, который легко вытесняется калием или натрием. Лецитины, содержащие в своем составе внутреннюю полярную связь с холином, не способны образовывать соли с такими сильными основаниями, как натрий и калий. Такое различие свойств электролитов по связыванию с

полиэлектролитами зависит от величины коэффициентов активности ионов: чем этот коэффициент меньше, тем крепче ионы связаны с полиэлектролитами. В тканях животных ионы калия преимущественно связаны с кефалинами, хотя в пробирке последние способны связывать ионы натрия не только в отсутствии ионов калия [3].

Аналогично, белки и нуклеиновые кислоты способны связывать в отсутствие ионов калия ионы натрия. В присутствии же ионов калия, который легче реагирует и крепче удерживается белками, ионы натрия оказываются в менее благоприятных условиях: они вытесняются ионами калия. У животных, в эритроцитах которых содержится больше натрия, чем калия, имеются, по-видимому, своеобразные биокolloиды, которые, подобно анионам, сильнее связывают натрий, чем калий.

Материалы и методы исследований. Для проведения исследования нами был выполнен биохимический анализ сыворотки крови коров и овец в Черноярском, Володарском и Лиманском районах Астраханской области в 2022–2024 гг., в результате которого выявлены средние референсные значения показателей электролитов Na^+ , K^+ , Cl^- в условиях дельты Нижней Волги. Исследование крови выполнялось в Астраханском государственном университете имени В. Н. Татищева на биохимическом анализаторе Mindray vetXpert C5.

Результаты исследований. Анализируя данные содержание электролитов в плазме сыворотки, можно отметить, что у всех сельскохозяйственных животных почти одинаковая регуляция распределения электролитов (таких как Na^+ , K^+ , Cl^-) в различных компартментах организма животных является основой для поддержания гомеостаза. Показатели электролитов Na^+ , K^+ , и Cl^- у жвачных животных влияют на различные процессы в организме.

Таблица 1 - Биохимические показатели крови коров и овец

Биохимические показатели	Коровы (в м. -/1000мл)	Овцы (в м. -/1000мл)
Натрий в цельной крови	$116,0 \pm 1,8$	$115,8 \pm 4,5$
Натрий в эритроцитах	$66,0 \pm 1,0$	$81,5 \pm 9,6$
Натрий в плазме	$160 \pm 1,3$	$141,6 \pm 4,4$
Хлор в цельной крови	$79,0 \pm 1,1$	$86,7 \pm 3,7$
Хлор в эритроцитах	$59,1 \pm 1,2$	$46,6 \pm 3,1$
Хлор в плазме	$96,8 \pm 1,8$	$100,8 \pm 4,2$
Калий в цельной крови	$9,6 \pm 0,9$	$10,2 \pm 0,99$
Калий в эритроцитах	$19,9 \pm 0,5$	$17,9 \pm 2,5$
Калий в плазме	$6,17 \pm 0,2$	$5,06 \pm 0,5$

Эти элементы участвуют в поддержании осмотического давления, регуляции водного обмена, транспортировке питательных веществ и других функциях. Натрий (Na^+) необходим для поддержания

осмотического давления, регуляции водного обмена, транспортировки питательных веществ по организму и удаления отходов из клеток. Дефицит может вызвать снижение аппетита и потребления воды, потерю веса, понижение выработки молока, извращение аппетита (поедание несъедобных веществ).

Таблица 2 - Содержание электролитов в сыворотке крови (в мг на кг или %)

Животные	Натрий	калий	Хлор
Коровы	320	21	369
Овцы	319	21	371

Калий (K^+) поддерживает осмотическое давление, кислотно-щелочное равновесие, участвует в работе нервных и мышечных клеток (особенно влияет уровень калия в сыворотке на деятельность миокардиоцитов).

Сниженный или повышенный уровень калия в крови влияет на мышечную сократимость. Поскольку калий не откладывается в тканях, животные должны ежедневно получать его с кормом. Хлор (Cl^-) необходим для поддержания водно-солевого обмена и создания необходимого осмотического давления в клетках. Его недостаток вызывает понижение секреции соляной кислоты, что ведёт к нарушению пищеварения, снижению аппетита, задержку роста и т.д. Важно: калий и натрий – биологические антагонисты. Повышение концентрации одного из элементов ведёт к снижению количества другого. Для нормального функционирования органических систем необходимо не только достаточное поступление этих макроэлементов извне, но и их определённый баланс.

Заключение. Исследованиями установлено, что в живом организме взаимодействие электролитов с полиэлектролитами структурных образований может иметь специфический характер, зависящий от свойств самих ионов (гидратации, коэффициента активности, подвижности и т. д.). Например, калий проникает в клетку быстрее, чем натрий; пассивная проницаемость калия в нормальной животной клетке в 100 раз выше, чем натрия. Это явление объясняется меньшей гидратацией калия и большей его проницаемостью и подвижностью. Не исключается, что передвижение катионов из внеклеточного пространства во внутриклеточное связано с увеличением образования кислот в клетках в процессе гликолиза. Это указывает на значение энергетического обмена, в частности углеводного обмена, в распределении электролитов между клеткой и окружающей средой. Экспериментально установлено, что неравномерное распределение электролитов в крови зависит от уровня энергетического обмена.

На молекулярном уровне сложность взаимодействия ионов с заряженными полимерами определяет конформацию, стабильность и функциональность макромолекул. Параллельно этому, тонкая регуляция распределения электролитов (таких как Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^-) в различных

компартаментах организма животных является основой для поддержания гомеостаза. Этот сложный процесс, опосредованный мембранными насосами, каналами, почками и гормональной системой, обеспечивает стабильность внутренней среды, необходимую для нервно-мышечной проводимости, поддержания осмотического давления, ферментативной активности и кислотно-щелочного баланса.

Именно на пересечении этих двух областей становится очевидной глубокая взаимосвязь: механизмы связывания ионов с биополимерами (например, белками, нуклеиновыми кислотами, гликозаминогликанами) напрямую влияют на клеточную функцию и, как следствие, на системное распределение и активность электролитов. Комплексное понимание этих процессов критически важно для медицины (диагностика и лечение электролитных нарушений), фармакологии (разработка лекарств, взаимодействующих с ионами и биополимерами), а также для фундаментальных исследований в биохимии и физиологии. Таким образом, данная тема подчеркивает неразрывную связь между молекулярными взаимодействиями и целостными физиологическими функциями, открывая пути для дальнейших исследований и практических применений в различных научных дисциплинах.

Литература.

1. Влияние геохимической ситуации наземных экосистем на фундаментальный молекулярно-клеточный механизм интегративных реакций гомеостаза и адаптации организма птиц / В. И. Воробьев, А. С. Костин, П. А. Полковниченко [и др.]. – Астрахань, 2017.

2. Полковниченко, П. А. Параметры свободнорадикального окисления и активности антиоксидантных ферментов в крови мелкого рогатого скота в биогеохимических условиях Нижней Волги / П. А. Полковниченко // Вестник НИЦ МИСИ: актуальные вопросы современной науки. – 2019. – № 20. – С. 48–53.

3. Полковниченко, П. А. Метаболизм микроэлементов у крупного рогатого скота голштинской породы в биогеохимических условиях Астраханской области / П. А. Полковниченко, Ю. В. Ларина // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 4. – С. 274–280.

4. Маркина, В. М. Определение неорганических ионов в минеральной воде экспрессными методами анализа / В. М. Маркина, А. А. Ишханова // Научные исследования – сельскохозяйственному производству : материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции. – Орел, 2025. – С. 194–198.

5. Маркина, В. М. Определение неорганических ионов в минеральной воде качественным и количественным анализом / В. М. Маркина, А. А. Ишханова // Научные исследования – сельскохозяйственному производству : материалы III Международной научно-практической интернет-конференции. – Орел, 2024. – С. 175–183.