

УДК: 616-006;612.61;28.07

Мираков Равшан Саидович,*к.м.н., доцент**Кафедра урологии ТГМУ им. Абуали ибни Сино, Душанбе***Mirakov Ravshan Saidovich,***candidate of medical sciences, associate professor, head of the department of urology, Avicenna Tajik State Medical University Abuali ibn Sino, Dushanbe*

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО БАЛАНСА У СОБАК С ЕДИНСТВЕННОЙ ОСТАВШЕЙСЯ ПОЧКОЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ И ВЫСОКОГОРЬЯ

Аннотация. Исследовали 22 половозрелых собак-самцов массой 10–14 кг: 10 интактных, 6 нефрэктомированных и 6 собак с единственной резецированной почкой. Наблюдения проводилось на перевале Анзоб (высота 3500 м над ур.м.) и в г. Душанбе (высота 850 м. над ур. м.) после односторонней нефрэктомии (6 собак). Определяли концентрацию натрия и калия в плазме, эритроцитах и моче, креатинина и остаточного азота крови и минутный диурез.

Установлено, что в условиях высокогорья компенсаторные возможности почки резко подавляются. Сочетанное воздействие стрессорных факторов вызывало расстройство механизма «насоса натрия», что способствовало накоплению в эритроцитах и моче ионов натрия, снижению его клиренса и экскретируемой фракции. Сдвиг в показателях баланса калия после нефрэктомии был несущественным, за исключением показателя клиренса, который уменьшался только в начальных сроках после операции. Все эти нарушения свидетельствуют о том, что ионорегулирующая функция в оставшейся почке не восстанавливается в полном объеме через месяц после операции.

Отмечено, что динамика изменений функциональной деятельности и электролитного баланса единственной почки в период реадaptации такая же, как и в период пребывания животных в высокогорье, различия имеются лишь в степени выраженности отдельных показателей.

Ключевые слова: адаптация, высокогорье, калий, натрий, нефрэктомия, резецированная почка, реадaptация.

ЖАҲЫЗ ЖАНА БИЙИК ТООЛОРДУН ШАРТЫНДА ЖАЛҒЫЗ БӨЙРӨГҮ БАР ИТТЕРДЕГИ ЭЛЕКТРОЛИТТЕРДИН БАЛАНСЫНЫН ӨЗГӨРҮҮЛӨРҮ

Аннотация. Салмагы 10–14 кг болгон 22 жетилген эркек ит: 10 бүтүн, 6 нефрэктомияланган жана 6 бир бөйрөгү резекцияланган иттер изилденди. Байкоолор Анзоб ашуусунда (3500 м.д.д. бийиктик) жана Душанбеде (850 м.д.д. бийиктикте) бир тараптуу нефрэктомиядан (6 ит) кийин жүргүзүлгөн. Плазмадагы, эритроциттердеги жана заарадагы натрий менен калийдин концентрациясы, кандагы креатинин жана калдык азот, минуталык диурез аныкталды.

Бийик тоонун шартында бөйрөктүн компенсациялык мүмкүнчүлүктөрү кескин түрдө ба-сылганы аныкталган. Стресс факторлорунун биргелешкен таасири эритроциттерде жана заарада натрий иондорунун топтолушуна, анын клиренсинин жана бөлүнүп чыгуучу үлүшүнүн төмөндөшүнө шарт түзгөн «натрий насосу» механизмнин бузулушун шарттады. Нефрэктомиядан кийин операциядан кийинки алгачкы мезгилде гана азайган клиренстин көрсөткүчтөрүн кошпогондо калий балансынын жылышы анча деле маанисилүү эмес. Бардык бул бузулуулар операциядан бир айдан кийин калган бөйрөктөгү ионду жөнгө салуучу функция толук калыбына келбегендигин көрсөтүп турат.

Рeadaptация мезгилинде бир бөйрөктүн функционалдык активдүүлүгүнүн жана электролит балансынын өзгөрүшүнүн динамикасы жаныбарлардын бийик тоолуу аймактарда болгон мезгилге окшош экендиги, айрым көрсөткүчтөрдүн билинүү даражасы боюнча гана айырмачылыктар бар экендиги белгиленди.

Негизги сөздөр: адаптация, бийик тоолор, калий, натрий, нефрэктомия, резекцияланган бөйрөк, реадaptация.

CHANGES IN THE ELECTROLYTE BALANCE IN DOGS WITH THE ONLY LEFT KIDNEY UNDER THE CONDITIONS OF LOW AND HIGH MOUNTAINS

Abstract. We studied 22 mature male dogs weighing 10-14 kg: 10 intact, 6 nephrectomized and 6 dogs with a single resected kidney. Observations were carried out at the Anzob pass (altitude 3500 m a.s.l.) and in Dushanbe (altitude 850 m a.s.l.) after unilateral nephrectomy (6 dogs). The concentration of sodium and potassium in plasma, erythrocytes and urine, creatinine and residual nitrogen in the blood, and minute diuresis were determined.

It has been established that in conditions of high mountains, the compensatory capabilities of the kidney are sharply suppressed. The combined effect of stress factors caused a breakdown of the “sodium pump” mechanism, which contributed to the accumulation of sodium ions in erythrocytes and urine, and a decrease in its clearance and excreted fraction. The shift in potassium balance after nephrectomy was insignificant, with the exception of the clearance, which decreased only in the initial periods after the operation. All these violations indicate that the ion-regulating function in the remaining kidney is not fully restored one month after the operation.

It was noted that the dynamics of changes in the functional activity and electrolyte balance of a single kidney during the readaptation period is the same as during the stay of animals in the highlands, there are differences only in the severity of individual indicators.

Key words: adaptation, high mountains, potassium, sodium, nephrectomy, resected kidney, readaptation.

Данные многочисленных исследований [4, 5, 6, 7, 8] свидетельствуют о значительном напряжении физиологических систем организма при влиянии неадекватных факторов высокогорья. Выделительная система организма и прежде всего его основной орган почки, занимает особое место, поскольку нарушения нормального функционирования почек могут оказывать значительное влияние на состояние других систем организма и вызывает изменения гомеостаза [2, 3]. Между тем, в научной литературе имеются немногочисленные исследования, посвященные изучению функциональной деятельности почек и электролитного баланса при адаптации организма к условиям высокогорья [1, 6].

Цель исследования состоит в изучении показателей баланса ионов натрия и калия в крови и моче после односторонней нефрэктомии и денервации единственной оставшейся почки у экспериментальных животных (собак) в условиях низкогогорья и высокогорья

Материал и методы исследования. Изучение функционального состояния почек и водно-электролитного баланса в период адаптации к условиям высокогорья были проведены на 22 половозрелых собаках-самцах массой 10–14 кг: 10 intactных, 6 нефрэктомизированных и 6 собак с единственной резецированной

почкой. Наблюдения проводилось на перевале Анзоб (высота 3500м над ур.м.) и в г. Душанбе (высота 850 м. над ур. м.) после односторонней нефрэктомии (6 собак) спустя 2 месяца поднимали в высокогорье. Определяли концентрацию натрия и калия в плазме, эритроцитах и моче, креатинина и остаточного азота крови и минутный диуреза. Содержание ионов натрия и калия в крови и моче определяли с помощью плазменной фотометрии на отечественном плазменном фотометре ПФМ, по методу В.Н. Бирюкова (1955). Показатели электролитного баланса определены на 3-10-20-30-е сутки после операции.

Результаты исследования и их обсуждение. К 4–5 суткам, как правило, состояние животных приближалось к норме. В первые 10 дней после нефрэктомии, проведенной в условиях долины, в оставшейся почке наблюдается наиболее выраженное расстройство баланса натрия и калия. Так, на 3 сутки после операции отмечались внеклеточная гипернатриемия и клеточная гипонатриемия, концентрация натрия в моче, а его клиренс, экскретируемая фракция увеличивались в два раза по сравнению с показателем для двух нормальных почек. Начиная с 20 суток выявлялась тенденция к нормализации содержания этих ионов в крови и моче, чему способствовали высокие компен-

саторно-адаптационные возможности оставшегося органа.

В условиях высокогорья нефрэктомии производили интактным собакам на 2-3 сутки адаптации. В первые трое суток после операции у животных наблюдалось нарушение сна и бодрствования, большую часть дня собаки спали, и их приходилось будить для приема пищи и воды. Анализ данных эксперимента, проведенного на нефрэктомированных собаках в условиях высокогорья, свидетельствует о тяжелейших нарушениях функциональной способности оставшейся почки, подвергнутой двойному стрессорному воздействию: нефрэктомии и экстремальных факторов высокогорья. Оставшаяся почка за время наблюдения в высокогорье оказалась не способной компенсировать функции утраченной. Установлено, что в условиях высокогорья компенсаторные возможности поч-

ки резко подавляются. Сочетанное воздействие стрессорных факторов вызывало расстройство механизма «насоса натрия», что способствовало накоплению в эритроцитах и моче ионов натрия, снижению его клиренса и экскретируемой фракции. Однако, несмотря на уменьшение выделения натрия с мочой, его концентрация в плазме и эритроцитах оставалась пониженной до конца эксперимента. Сдвиг в показателях баланса калия после нефрэктомии был несущественным, за исключением показателя клиренса, который уменьшался только в начальных сроках после операции. Все эти нарушения свидетельствуют о том, что ионорегулирующая функция в оставшейся почке не восстанавливается в полном объеме через месяц после операции. Результаты электролитного баланса нефрэктомированных собак в период реадaptации к высокогорью отражены на рис. 1.

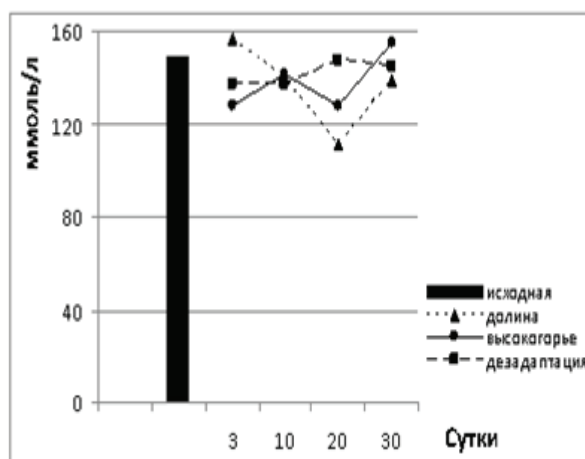


Рис. 1.

Динамика изменения Na плазмы почки нефрэктомированных собак в период реадaptации к высокогорью

Из рисунка видно, что в начальном сроке (3 сутки) реадaptации характер изменений ионного состава плазмы крови аналогичен выявленному в этот же срок в высокогорье. Так, содержание плазменного натрия сохранялось пониженным по сравнению с показателем на 30 сутки в высокогорье, таковым в долине и исходным для двух почек (в 1,1 раза, везде $P < 0,05$). Отмеченное снижение содержания ионов натрия, возможно, происходило за счет их перехода из внеклеточного пространства в

клеточное. Тенденция к нормализации концентрации внеклеточного натрия проявлялась на 20 сутки. В результате этого он достигал на 30 сутки исходных показателей и уровня таковых животных аналогичного эксперимента в долине. Показатель содержания ионов натрия в эритроцитах на 3 сутки не отличался от такового на 30 сутки в высокогорье, однако был выше в 1,7 раза ($P < 0,05$) относительно такового в долине и в 1,2 раза – 2-х нормальных почек (Рис. 2).

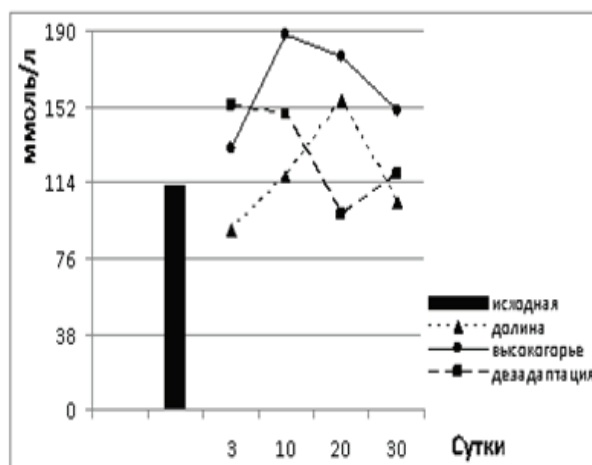


Рис. 2.

Динамика изменения ионов Na эритроцитов нефрэктомированных собак в период реадаптации к высокогорью

Повышенный уровень концентрации клеточного натрия сохранялся до 10 суток, а затем – снижался. На 30 сутки его концентрация составила 113,5% ($P < 0,05$) относительно такового показателя в долине; 78,9% ($P < 0,05$) – такового показателя в высокогорье и 105,1% – исходного для 2-х почек. В течение всех сроков периода реадаптации отмечался низкий уровень содержания ионов натрия в выделяемой моче. Так, на 3 сутки данный показатель был в 2 раза ниже ($P < 0,05$) такового на 30 сутки в высокогорье и в 4,4 раза ($P < 0,05$) – исходного. Значительное

увеличение концентрации натрия в моче выявлялось начиная с 10 суток периода реадаптации (в 1,7 раза, $P < 0,05$), что, по-видимому, связано со снижением его содержания в эритроцитах. К концу периода реадаптации этот показатель составлял 82,8% от такового в долине и 82,3% – от исходного. При этом показатели клиренса и экскретируемой фракции натрия сохраняли низкие значения в течение всех сроков реадаптации ($P < 0,05$). Тенденция к увеличению этих показателей отмечалась с 20 суток после спуска в долину (Рис. 3, 4).

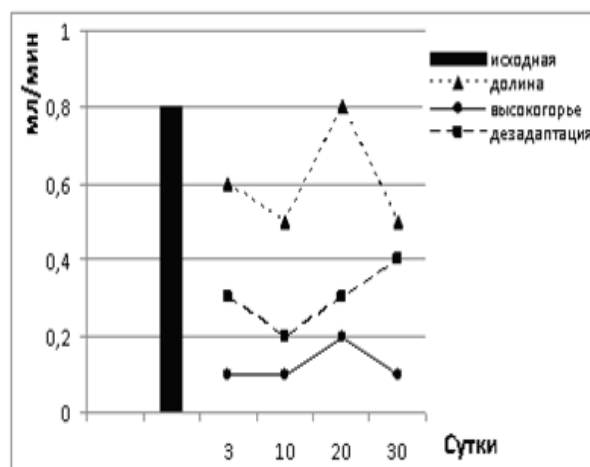


Рис. 3.

Динамика изменения клиренса Na нефрэктомированных собак в период реадаптации к высокогорью

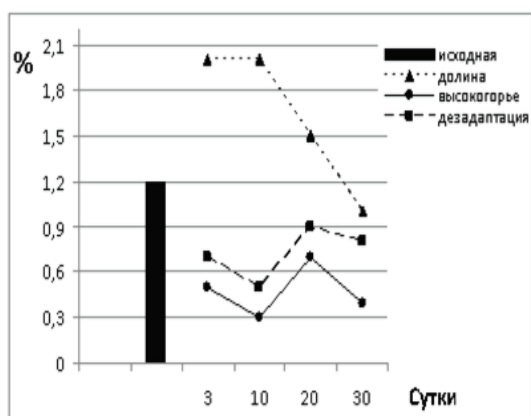


Рис. 4.

Динамика изменения экскреции Na нефрэктомированных собак в период реадaptации к высокогорью

На 30 сутки они составили соответственно: 80% и 80% (везде $P < 0,05$) от таковых в долине; 50% и 67% – от исходных (везде $P < 0,05$). Результаты изменения ионов калия отражены на рисунках 5–6.

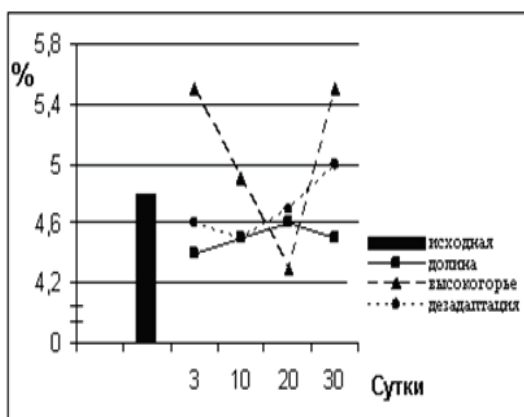


Рис. 5.

Динамика изменения K плазмы нефрэктомированных собак в период реадaptации к высокогорью

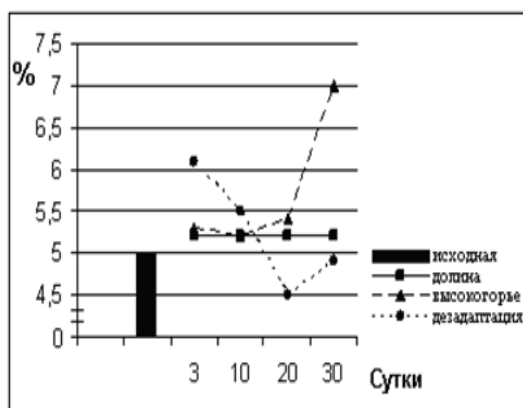


Рис. 6.

Динамика изменения K эритроцитов нефрэктомированных собак в период реадaptации к высокогорью

Из рисунков видно, что На 3 сутки после спуска в долину выявлялась клеточная гиперкалиемия ($P<0,05$), хотя концентрация ионов калия в плазме и эритроцитах становилась пониженной относительно таковой на 30 суток в высокогорье (соответственно: в 1,2 и 1,1 раза, $P<0,05$). В результате прогрессивного снижения этих показателей в последующие сроки

наблюдения, к 30 суткам они устанавливались на уровне исходных значений. Одновременно резко падала концентрация ионов калия в моче: почти в 2 раза ($P<0,05$) относительно 30 суток в высокогорье и в 2,7 раза ($P<0,05$) – исходного (Рис. 7). Всего периода реадaptации оставались на низких значениях.

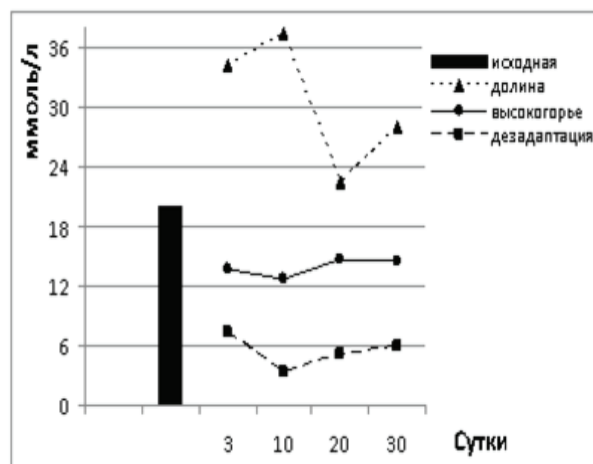


Рис. 7.

Динамика изменения К мочи нефрэктомизированных собак в период реадaptации к высокогорью

Значительное их повышение выявлялось лишь на 20 сутки после спуска животных в долину. К концу периода реадaptации данный показатель составил 34,2% – от такового в долине и 16,4% – исходного (везде $P<0,05$) и, по-видимому, без тенденции к нормализации. Аналогичные изменения отмечались в показателях экскретируемой фракции калия. На 30 сутки периода реадaptации этот показатель составил

31,5% – от такового в долине и 24,2% – исходного (везде $P<0,05$).

Таким образом, динамика изменений функциональной деятельности и электролитного баланса единственной почки в период реадaptации такая же, как и в период пребывания животных в высокогорье, различия имеются лишь в степени выраженности отдельных показателей.

Список литературы:

1. Баркаев В.В. Влияние климатических факторов горного климата Памира на функцию почек человека / В.В. Баркаев. //Мат. всес. симпоз. по вопросам мед. климатотерапии, климатопрофилактики. – М., 1967. – С. 217–220.
2. Мираков Р.С. Показатели функциональной деятельности единственной оставшейся почки после денервации в условиях низкогогорья и высокогорья //Известия национальной академии Кыргызской республики. – Бишкек, 2019. – С. 38–43
3. Мираков Р.С. Особенности изменения электролитного баланса у собак с единственной резидированной почкой при реадaptации к высокогорью /Мираков Р.С., Мираков Х.М., Мухамедова С.Г./ Доклады академии наук Республики Таджикистан. – Душанбе, 2013, том 56 №1. – С. 82–87
4. Миррахимов М.М. Об адаптивной способности физиологических систем организма к формированию адаптации в норме и патологии / М.М. Миррахимов. // В кн.: Высокогорная адаптация. – Фрунзе, 1984. – С. 3–20.

5. *Мухамедова С.Г.* Хронофизиологические особенности митозов в разных отделах нефрона почки крыс при адаптации к условиям высокогорья Таджикистана: автореф. дисс... докт. биол. наук. / С.Г. Мухамедова. – Москва, 2004. – 35 с.

6. *Рахимов А.А.* Влияние высокогорных факторов на функции почек и баланс некоторых электролитов при парциальной нефрэктомии: автореф. дис... канд. мед наук / А.А. Рахимов. – Киев, 1986. – 18 с.

7. *Ташболтаева С.С.* Роль ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в процессе адаптации крыс с единственной почкой к условиям высокогорья: автореф. дисс... канд. биол. наук. / С.С. Ташболтаева. – Душанбе. – 2011. – 20 с.

8. *Шукуров Ф.А.* Адаптация, стресс и здоровье / Шукуров Ф.А. // Сб. статей 49 годичной науч.-практ. конф. ТГМУ. – Душанбе. – 2001. – С. 193 – 204.